

Universidade do Porto
Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação

**AVALIAÇÃO DO CONHECIMENTO NUMÉRICO E DA ANSIEDADE À
MATEMÁTICA NO 1º CICLO DO ENSINO BÁSICO**

Mónica Filipa Cruz Moreira

outubro de 2017

Dissertação apresentada no Mestrado Integrado de Psicologia,
Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da Universidade
do Porto, orientada pelo Professor Doutor *Rui Alexandre Alves*
(FPCEUP).

AVISOS LEGAIS

O conteúdo desta dissertação reflete as perspectivas, o trabalho e as interpretações do autor no momento da sua entrega. Esta dissertação pode conter incorreções, tanto conceptuais como metodológicas, que podem ter sido identificadas em momento posterior ao da sua entrega. Por conseguinte, qualquer utilização dos seus conteúdos deve ser exercida com cautela.

Ao entregar esta dissertação, o autor declara que a mesma é resultante do seu próprio trabalho, contém contributos originais e são reconhecidas todas as fontes utilizadas, encontrando-se tais fontes devidamente citadas no corpo do texto e identificadas na secção de referências. O autor declara, ainda, que não divulga na presente dissertação quaisquer conteúdos cuja reprodução esteja vedada por direitos de autor ou de propriedade industrial.

-

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Doutor Rui A. Alves pelas experiências de aprendizagem que despertaram o meu interesse pela investigação e pela orientação e apoio neste projeto, e orientação.

Aos membros do Porto Writing Group, companheiros de projetos e aventura de investigação. À Teresa Limpo pela sua disponibilidade e amabilidade no aconselhamento estatístico.

Ao Diretor do Agrupamento Escolar e ao Coordenador da escola que permitiram e facilitaram a realização do projeto. Às professoras das turmas envolvidas no estudo, pela disponibilidade e amabilidade incansável. Aos funcionários da escola pela sua preciosa ajuda. E, aos alunos que participaram e contribuíram imensamente neste estudo.

À Professora Isabel Macedo Lima, pelo empréstimo do *Test of Early Mathematics Ability-3* (TEMA-3) para o apoio da construção do Teste de Conhecimento Numérico (TCN).

À minha família, especialmente pelo seu apoio, sempre incondicional, pelo carinho e incentivo a seguir os meus objetivos. A minha mãe e o meu pai, que ouviram e apoiaram-me nas minhas dúvidas e incentivaram-me a ultrapassar receios.

Às minhas “mãezinhas adotivas” – Alexandra e Adriana, com quem tive a sorte de contar com o apoio e amizade durante estes 5 anos.

Às minhas “babes” – Maria, Teresa, “Lelo” e Cátia, pela partilha constante de chocolate, carinho, fofocas e maluquices e a paciência e talento para destruírem o meu mau humor.

Às minhas amigas e colegas de curso – Beatriz, Cláudia, Chica, Diana, Joana, Liliana, Marta, Renata e Rita. Obrigada pela vossa amizade e pelo suporte moral.

Resumo

. A matemática é uma área essencial na vida quotidiana e na participação em sociedade. A literatura empírica aponta para o facto de nascermos com uma intuição numérica que estaria na base do desenvolvimento das competências matemáticas. Estas permitem a nossa adaptação às ferramentas culturais e às regras matemáticas, que por sua vez possibilitam a nossa participação na sociedade. O desenvolvimento das competências numéricas, que decorrem de capacidades inatas, depende das influências contextuais e das experiências com o número, que se iniciam mesmo antes da escolarização. É uma responsabilidade social dos órgãos governativos responsáveis pela educação assegurar um currículo de matemática adequado – o Programa e Metas curriculares de Matemática do Ensino Básico – e um ambiente adequado para a educação, que atenua as diferenças de conhecimento numérico. No entanto, na generalidade, as escolas não estão preparadas para lidar com fatores emocionais que interferem com a aprendizagem, como a ansiedade. A ansiedade à matemática é por norma associada a um baixo desempenho matemático. Embora esta relação seja bem estudada em adolescentes e adultos, um número limitado de estudos examinou como a ansiedade matemática afeta os alunos do ensino primário. Este estudo visa colmatar esta lacuna. Assim, os seus objetivos principais foram a análise do desempenho numérico e a ansiedade à matemática, bem como a análise de instrumentos adequados para esses fins. Para tal, desenvolveu-se o Teste do Conhecimento Numérico (TCN), que está alinhado com os objetivos do programa curricular e metas do ensino matemático, e adaptou-se a escala de Ansiedade à Matemática Para Crianças (AMC). Estes instrumentos foram aplicados a 104 alunos (do 1º ao 4º ano) de uma escola no norte de Portugal. Os resultados confirmam que os dois instrumentos possuem características psicométricas adequadas ao contexto português. Para além disso, verificou-se a correlação entre o nível de ansiedade matemática e o rendimento académico matemático; para os alunos do 3º ano, foi detetada uma correlação entre a pontuação do TCN e o nível de ansiedade obtido na AMC. Estes resultados acentuam a necessidade de um maior estudo da associação entre o rendimento matemático e a ansiedade, bem como a premência da validação, para a população portuguesa, de instrumentos direcionados para o conhecimento numérico e da ansiedade à matemática.

Palavras Chaves: Matemática, Conhecimento Numérico, Ansiedade à Matemática

Abstract

Mathematics is an essential part of everyday life and in citizenship. Empirical literature points out the fact that we are born with numerical intuition that is in the basis of mathematical skills. These allow our adaptation to cultural tools and mathematical rules that make our participation in society possible. The development of numerical skills, which elapse from innate ones, are dependent on contextual influences and experiences with numbers that start even before schooling. Government bodies have social responsibilities towards education in assuring an adequate mathematical curriculum – the Basic Education Mathematical Curricular Program and Goals– and a proper environment for schooling, that weaken numerical knowledge differences. However, in general, schools aren't prepared to deal with emotional factors that interfere with learning, like anxiety. Anxiety towards mathematics is, generally, associated with a low mathematical performance. Even though this issue has been well studied amongst adults and teenagers, a limited number of studies has examined the way mathematical anxiety affects primary school students. This study aims at filling this loop hole. Thus, the main goals of this study are the analysis of numerical performance and mathematical anxiety, as well as the analysis of adequate tools for these purposes. To do so, a Numerical Knowledge Test (NKT) has been created, which is aligned with the objectives of the Basic Education Mathematical Curricular Program and Goals, and the Mathematical Anxiety Scale for Children (MASC) was adapted. These instruments were applied to 104 students (1st and 4th grades) from a school in the north of Portugal. The results have confirmed that the two instruments possess psychometric characteristics suited to the Portuguese context. Also, it has been verified a correlation between the level of mathematical anxiety and the numeric performance academic revenue; for students in the 3rd grade, a correlation between the scores on the NKT and the MASC has been found. These results emphasize the need for a greater study about the relationship between mathematical revenue and anxiety, as well as the urgency of the validation, for the Portuguese population, of instruments directed towards numerical knowledge and mathematical anxiety.

Key word: Mathematics, Numeral Knowledge, Anxiety towards mathematics.

Résumé

Les Mathématiques sont un domaine essentiel à la vie quotidienne et à la participation en société. La littérature empirique pointe pour le fait que nous sommes nés avec une intuition numérique qui serait à la base du développement des compétences mathématiques. Ceux-ci permettent notre adaptation aux outils culturels et aux règles mathématiques, qui à leur temps rendent possible notre participation à la société. Le développement des compétences numériques, qui vien de capacités innées, dépend des influences contextuelles et des expériences avec le nombre, qui commencent avant même la scolarisation. C'est une obligation sociale des organes gouvernementaux responsables pour l'éducation l'accomplissement d'un programme d'études de mathématiques adéquat - le Programme et les Buts Curriculaires[A1] de Mathématiques de l'enseignement basique – qui diminue les différences de la connaissance numérique. Cependant, en général, les écoles ne sont pas préparées pour marcher avec des facteurs émotionnels qui interfèrent avec l'apprentissage, comme l'anxiété. L'anxiété aux mathématiques est en norme associée à une basse performance mathématique. Bien que cette relation soit bien étudiée dans le cas des adolescents et des adultes, un nombre limité d'études a examiné comme l'anxiété mathématique affecte les étudiants de l'école primaire. Cette étude cherche en finir avec cet écart. Ainsi, les objectifs principaux de cette étude étaient l'analyse de l'acte du numérique et l'anxiété aux mathématiques, aussi bien que l'analyse d'instruments appropriés pendant ces fins. Pour tel, il a développé le Test de la Connaissance Numérique (TCN) qui est en rapport avec les objectifs du Programme Curriculaire et Scolaire et les buts de l'enseignement mathématique et il/elle a adapté l'échelle d'Anxiété au Pair Mathématique aux Enfants (AMC). Ces instruments ont été appliqués à 104 étudiants (de la 1ère à la 4ème année) d'une École du Nord du Portugal. Les résultats confirment que les deux instruments possèdent des caractéristiques psychométriques appropriées au contexte portugais. Et en plus, la corrélation entre le niveau d'anxiété mathématique et le revenu académique mathématique; a été vérifiée pour les élèves de 3ème année , et aussi a été trouvé une corrélation entre la ponctuation de TCN et le niveau d'anxiété obtenu dans l' AMC. Ces résultats accentuent le besoin d'une étude plus profonde au sujet de l'association entre le revenu mathématique et l'anxiété, bien comme l'urgence de la validation, pour la population portugaise, d'instruments direccionés pour les connaissances numériques et l'anxiété aux mathématiques.

Mots-clés: Mathématiques, Connaissance du Numérique, Anxiété aux Mathématiques

Índice

1. INTRODUÇÃO	1
1. 1 As Bases Biológicas da Cognição Numérica	3
1.2 As capacidades dos bebés humanos	5
1.3. Desenvolvimento da Cognição Numérica até à Idade do Ensino Básico	7
1.4 A Cognição Numérica e o Ensino Básico	11
Compreensão dos números e do sistema de numeração	12
Operações aritméticas: Adição, Subtração, Multiplicação e Divisão	12
1.5 A Cognição Numérica e a Ansiedade à Matemática	13
Caracterização da MASYC e MASYC-R	16
1.6 Objetivos de Estudo	17
2. MÉTODO	19
2.1 Instrumentos	19
Desenvolvimento do Teste do Conhecimento Numérico (TCN)	19
Adaptação da escala de Ansiedade Matemática para Crianças (AMC)	24
2.2 Participantes	25
2.3 Procedimento	27
Avaliação do Conhecimento Numérico e da Ansiedade à Matemática	27
3. RESULTADOS	28
Análise dos Itens e Fidelidade do TCN	28
Validade de Conteúdo	29
Validade de Constructo	31
Desempenho dos participantes ao TCN	31
Análise da Consistência da AMC	33
Análise dos Níveis de Ansiedade à Matemática	34
Associação entre o Desempenho e a Ansiedade à Matemática	36
4. DISCUSSÃO	37

Características psicométricas dos instrumentos	37
Análise da relação entre o desempenho e a ansiedade à matemática	38
5. CONCLUSÃO	40
6. REFERÊNCIAS	41

Lista de Anexos

Anexo 1 Teste do Conhecimento Numérico (TCN)

Anexo 2 Escala de Ansiedade Matemática para Crianças (AMC)

Anexo 3 Questionário Administrado às Professoras

Anexo 4 Autorização enviada aos Encarregados de Educação

Anexo 5 Índices de Dificuldade e Poder Discriminativo dos Itens de Dificuldade

Índice de Quadros

Quadro 1 Marcos no desenvolvimento inicial do contar e do calcular	9
Quadro 2 Correspondência dos Itens do Teste de Conhecimento Numérico com os Objetivos do Programa e Metas curriculares de Matemática do Ensino Básic	21
Quadro 3 Caracterização da Amostra.....	26
Quadro 4 Índice de dificuldade e poder discriminativo do TCN	28
Quadro 5 Itens selecionados por ano escolar	29
Quadro 6 Média, desvio padrão, moda e desvio das atribuições das professoras.....	30
Quadro 7 Médias e desvios-padrão das pontuações do TCN.....	32
Quadro 8 Média de tempos de execução do TCN	33
Quadro 9 Correlações Item-Total na AMC.....	34
Quadro 10 Médias e desvios-padrão obtidos na AMC	35

Índice de Figuras

Figura 1 – Módulo numérico e as ferramentas culturais.....	4
Figura 2 – Provas de Conservação Piagetiana.....	10
Figura 3 - Médias da AMC por ano.....	35

1. INTRODUÇÃO

Todos os dias utilizamos os números, mas não damos atenção à sua importância, ainda que sejam eles que marcam as horas que nos regem, determinem os aspetos mais básicos no nosso dia, como a quantidade de ingredientes nas refeições, entre muitos outros. Processamos cerca de 1000 números numa hora, 16 mil por dia, 6 milhões por ano e, se as nossas profissões envolverem o trabalho com números, processaremos muito mais (Butterworth, 1999).

O número ocupa de facto um papel importante na vida dos humanos. Vários estudos apontam para o facto de os seres humanos nascerem com uma intuição numérica, que será uma das bases para o desenvolvimento das competências numéricas necessárias à nossa adaptação e sucesso em sociedade. Outra capacidade inata é a capacidade de apropriação e desenvolvimento de sistemas simbólicos complexos que nos permitem a adaptação ao meio cultural e às ferramentas que o mesmo disponibiliza. Ou seja, os seres humanos nascem com capacidades para o desenvolvimento de competências numéricas. Porém, não podemos negar que o ponto de passagem de capacidades para o desenvolvimento de competências está ligado aos contextos e experiências com o número. As crianças já entram na escola com conhecimentos informais e técnicas específicas. No início da escolaridade, a criança tem de adotar regras formais, distintas das suas regras informais.

O primeiro ciclo de ensino básico é um período extremamente importante para o desenvolvimento de competências matemáticas e apropriação de ferramentas culturais e para o desenvolvimento das atitudes e crenças sobre a matemática, sendo este um período determinante para o desempenho académico nos anos seguintes (Passolunghi, Ferreira & Tomasetto, 2014). Infelizmente, a matemática é tida como uma área bastante complicada e é frequentemente evitada por muitos indivíduos. São cada vez mais os estudos que reportam níveis de ansiedade à matemática elevados e a presença de estereótipos e crenças de baixa autoeficácia neste campo (Passolunghi et al., 2014; Sorvo et al., 2017).

Tendo em conta estas evidências, este trabalho propõe-se a estudar o desenvolvimento da cognição numérica e da ansiedade à matemática em crianças do 1º Ciclo de Ensino Básico. Nos capítulos seguintes apresentamos uma revisão da literatura sobre estudos nestes domínios, traçando uma linha desenvolvimental da cognição numérica e explorando os estudos sobre a ansiedade à matemática. Segue-se a apresentação do estudo

empírico no qual desenvolvemos e testamos o Teste do Conhecimento Numérico (TCN) e a escala de Ansiedade à Matemática para crianças (AMC). Finalizamos com a discussão dos resultados obtidos, as conclusões a que chegamos e sugestões para investigações futuras.

1. 1 As Bases Biológicas da Cognição Numérica

As primeiras conceitualizações sobre o desenvolvimento do pensamento matemático assentavam na premissa que ao nascimento o nosso cérebro seria como uma folha branca, ainda incapaz de deter algum conhecimento. Os teóricos tradicionais da aprendizagem acreditavam que o desenvolvimento do conhecimento matemático iniciava-se com a escolarização (Bereiter & Engleman, 1996 citado em Starkey, Klein & Wakley, 2004). Piaget mudou o foco de investigação para o desenvolvimento do conhecimento matemático antes da escolarização (Starkey, 2004). Os seus sucessores defenderam que as capacidades lógicas e matemáticas se construíam progressivamente através de processos de observação e internalização de regularidades do mundo exterior (Dehaene, 2011). Para estes, as crianças mais novas possuem um pensamento matemático informal, porque este é dependente da presença física ou da representação mental de elementos concretos e a transformação dessas entidades (Starkey et al, 2004).

Teorias posteriores apontam para uma possível predisposição neuronal, em várias espécies, para reagir ao número. No seu livro, “O Cérebro Matemático”, Butterworth (1999) defende a existência de duas características que asseguram o desenvolvimento da cognição numérica: um circuito cerebral especializado para o processamento da numerosidade, que denomina de módulo numérico, e a capacidade de nos apropriarmos das ferramentas matemáticas criadas pela nossa cultura. Como definição de numerosidade, o Butterworth aponta o significado distintivo de uma expressão numérica que determina o número de elementos de um conjunto (Butterworth, 2005a). O módulo numérico tem um processamento automático e permite-nos categorizar o mundo em termos de numerosidade, até aproximadamente 3 a 4 elementos. Podemos nomear esta capacidade de *subitizing* - a enumeração exata de conjuntos com poucos elementos sem recurso à contagem (Benoit, Lehalle, & Jouen, 2004). Por sua vez, as ferramentas culturais potenciam e estendem a capacidade do Módulo Numérico (Butterworth, 1999). Na Figura 1 vemos representados vários tipos de ferramentas culturais que auxiliam o processamento aritmético. A apropriação das várias ferramentas ocorre em fases desenvolvimentais diferentes. Como veremos mais à frente, as representações corporais e linguísticas são apropriadas com o desenvolvimento da competência da contagem. Posteriormente, com o decorrer da escolarização e complexificação da aprendizagem matemática, os alunos adotam numerais

(símbolos escritos especializados, como por exemplo, as numerações arábica e romana) e Representações Externas (e.g., a calculadora) (Butterworth, 1999).

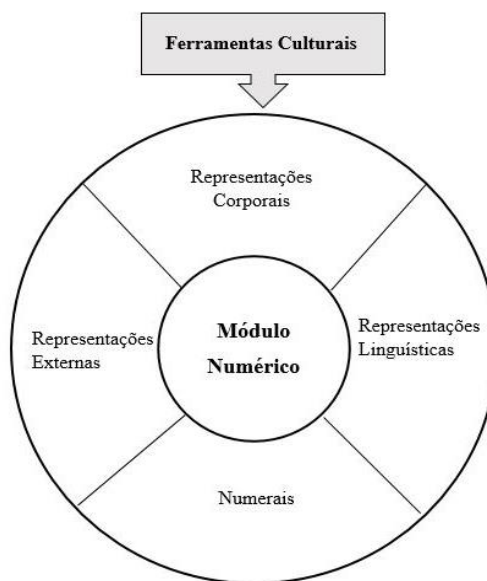


Figura 1 – Módulo numérico e as ferramentas culturais (Adaptado de Butterworth, 1999)

Através de uma revisão da literatura, Feigenson, Dehaene e Spelke (2004) defendem que várias espécies, como ratos, vários primatas e humanos possuem dois sistemas inatos da representação numérica – o sistema de representação de magnitudes e o sistema de representação de quantidades exatas. O sistema de representação aproximada de magnitudes, representa a numerosidade de uma forma abstrata, como numa variável contínua. Este tipo de representação abstrata já foi evidenciada quer por bebês humanos (ver mais à frente Xu, 2003; Starkey, Spelke & Gelman, 1990), quer por outras espécies animais, como por exemplo, os macacos tamarins. Hauser, Tsao, Garcia, & Spelke (2003) mostraram que os macacos tamarins discriminam quantidades de acordo com o seu rácio, conseguindo diferenciar 4 vs 8 ou 8 vs 12 sílabas em sequências auditivas, mas não conseguiram discriminar sequências de 4 vs 5 sílabas, ou de 8 vs 10 sílabas. Esta dependência do ratio parece comprovar que a representação da numerosidade é abstrata.

O sistema de representação de quantidades exatas atua de uma forma diferente, permitindo a representação de um número reduzido de quantidades discretas, de vários tipos, via processos de *subitizing*. Estas representações permitem tornar enumerar numerosidades até três e executar contas exatas. O estudo com macacos rhesus de Hauser, Carey e Hauser (2000) demonstra que estes animais são capazes de discriminar pequenas quantidades e

efetuar operações aritméticas simples de adição. Nesta experiência, os participantes observam dois investigadores, em momentos distintos, a colocarem fatias de maçã num recipiente opaco. Após observarem as sequências de adição de elementos, os macacos rhesus escolheram o recipiente com o maior número de elementos quando as comparações eram de 1 vs. 2, 2 vs. 3, 3 vs. 4 e 3 vs. 5 fatias. Esta capacidade de discriminação exata de pequenas quantidades e de efetuar operações aritméticas com este tipo de quantidades também foi observada em bebés humanos, como veremos mais em frente no estudo de Wynn (1992).

Concluindo, os autores concordam com a existência de intuição inata no processamento numérico que está na base do desenvolvimento das competências numéricas. Para além disso, ambos dão conta desta interação entre a capacidade inata e a cultura, reconhecendo o papel humano na apropriação e também na criação de ferramentas culturais que potenciam o desempenho do processamento numérico.

1.2 As capacidades dos bebés humanos

Alguns componentes do processamento numérico como a capacidade de discriminação da quantidade numérica, ou até mesmo a execução de operações aritméticas simples, aparecem cedo na infância e evoluem gradualmente com o decorrer do desenvolvimento (Butterworth, 2005a).

Vários estudos testaram a capacidade de discriminação da quantidade numérica através do paradigma habituação-desabituação (i.e., após a repetição de um estímulo constante que gera habituação, apresenta-se um estímulo diferente, que pode causar uma reação nos participantes ao quebrar a habituação). O fator constante nos ensaios de habituação era a numerosidade, pelo que a observação do fenómeno de desabituação comprova a capacidade de reconhecimento e discriminação numérica. A desabituação pode ser avaliada através das alterações comportamentais dos participantes, como o tempo de fixação de olhar (e.g., Starkey & Cooper, 1980; Xu, 2003), sugar da chupeta (Bijeljac-Babic, Bertoncini & Mehler, 1993) e medidas de neuroimagem (Schleger et al., 2014).

Schleger e colaboradores (2014), demonstraram que fetos com apenas 30 semanas já são capazes de discriminar numerosidade em sequências de tons auditivos, conseguindo discriminar entre dois e quatro tons, ou de dois e três tons. Também um estudo realizado por Bijeljac-Babic e colaboradores (1993) mostrou que bebés recém-nascidos com apenas 4 dias são capazes de enumerar as sílabas em estímulos auditivos. Estes discriminavam estímulos

bissílabos de trissílabos, sem a influência da duração do tempo de audição do estímulo, o que significa que atentavam e discriminavam o número de sílabas.

Esta capacidade de discriminação numérica em bebês também foi observada, em vários estudos, com estímulos visuais. Num desses, após uma tarefa de habituação-desabituação, bebês com cerca de 22 semanas são capazes de discriminar numerosidades como dois e três em imagens de pontos em cartões (Starkey & Cooper, 1980). Contudo, numa experiência semelhante à de Starkey e Cooper (1980), bebês de cerca de seis meses não foram capazes de discriminar duas numerosidades pequenas - 2 vs. 4, mas foram capazes de discriminar numerosidades maiores como 8 vs. 16 ou 16 vs. 32 (Xu, 2003).

Outro estudo semelhante foi conduzido por Starkey, Spelke e Gelman (1990) com bebês entre os 6 e 9 meses. Comparativamente com Starkey e Cooper (1980) e Xu (2003), ao invés de utilizarem cartões com pontos, optaram por cartões com imagens de objetos que diferiam entre si no cartão. Os resultados demonstraram que os bebês são sensíveis ao número de diferentes entidades no cartão, e que operam a um nível abstrato, pois categorizam as imagens no cartão, ignorando a sua cor, forma, tamanho, disposição. À semelhança do que foi observado no estudo de Xu (2003), os participantes mostraram uma limitação na discriminação numérica, sendo apenas capazes de distinguir entre conjuntos de dois a três objetos, e no caso de algumas participantes femininas de três a quatro objetos.

Outros estudos revelam que os bebês possuem capacidade para realizarem operações aritméticas. Efetivamente, Wynn (1992) realizou uma experiência em que bebês de 4 e 5 meses observavam a manipulação da quantidade de objetos e reagiam perante os resultados da mesma. Por exemplo, um boneco entrava num cenário, atraindo a atenção da criança, e pouco depois era levantado um painel que escondia esse boneco. De seguida era adicionado outro boneco e a criança via-o a ser colocado atrás de painel, junto do primeiro boneco. Por fim, o painel era retirado e a criança deparava-se com uma de duas situações: apareciam os dois bonecos, ou aparecia apenas um boneco. As crianças ficaram surpreendidas e fixaram o olhar na segunda situação, o que parece indicar que estas eram capazes de processar os resultados dessas operações aritméticas simples que envolvem quantidades pequenas de objetos, como $1+1$ ou $2-1$, reconhecendo o erro que lhes era exposto.

Em síntese, os bebês aparentam possuir uma representação contínua dos números e a limitação da aritmética das crianças, cujo conhecimento numérico preciso restringe-se apenas aos primeiros números (Dehaene, 2011). Particularmente nos bebês, a informação acerca das trajetórias espaciais dos objetos, como está presente na experiência de Wynn

(1992), em que o bebê observa a trajetória do objeto, é essencial para a percepção da numerosidade pois ativa a representação do número no cérebro do bebê.

1.3. Desenvolvimento da Cognição Numérica até à Idade do Ensino Básico

O desenvolvimento da cognição numérica, tomando por base as capacidades inatas de discriminação e manipulação aritmética, ocorre através da assimilação de ferramentas culturais e da qualidade das experiências de vida. Mesmo as competências aparentemente mais simples, como o contar, demoram períodos longos de tempo a serem dominadas (Butterworth, 2005a). No quadro 1 apresentamos uma síntese dos marcos desenvolvimentais associados ao contar.

Saber contar é uma das competências precoces mais importantes e está na base de aprendizagens matemáticas subsequentes. As crianças demoram em média quatro anos a desenvolver esta competência, entre as idades de 2 e 6 anos. (Butterworth, 2005a). Gelman e Gallistel (1978, citados em Butterworth, 2005a) identificaram cinco princípios que necessitam de ser dominados para a aprender a contar: a ordenação estável, a correspondência de um para um, a cardinalidade, a abstração e a irrelevância da ordem da contagem. A ordenação estável, corresponde à aprendizagem de uma sequência estável de etiquetas numéricas. Na correspondência de um para um, as crianças aprendem que cada etiqueta numérica só pode ser aplicada a um objeto e reciprocamente cada objeto só pode ser contado uma vez. A ordenação estável e a cardinalidade formam a base do procedimento de contagem.

A cardinalidade corresponde ao saber que a quantidade de elementos num grupo é definida pela última etiqueta da contagem. Para estabelecer a cardinalidade, é necessário dominar o princípio da abstração – as crianças têm que ser capazes de se abstrair das características irrelevantes para estabelecer a cardinalidade, como as diferentes cores ou formas dos objetos que constituem um conjunto (Butterworth, 2005a). Como vimos anteriormente, bebês humanos de 6 e 9 meses já são capazes de se abstrair das características físicas dos objetos (Starkey, Spelke & Gelman, 1990). Porém, nas experiências de Piaget, perante duas filas com o mesmo número de berlindes, as crianças pré-escolares afirmam que a fila mais comprida é a fila com mais berlindes. Desta forma, as crianças aparentam não se

abstrair do tamanho dos objetos para determinar a quantidade do conjunto. Mais à frente voltaremos a discutir este aspeto.

O último princípio é a irrelevância da ordem da contagem, o que significa que podemos começar a contagem a partir de qualquer objeto no conjunto. Ou seja, podemos contar em qualquer direção (Butterworth, 2005a).

As crianças utilizam as suas competências de contagem nos primeiros estágios de aprendizagem aritmética (Geary, Hoard, Byrdd-Craven & DeSoto, 2004; Siegler e Shrager, 1984). As capacidades inatas das crianças não permitem que calculem com precisão como por exemplo $2+4$. As primeiras estratégias utilizadas pelas crianças são de contagem com dedos, ou sem dedos, i.e., contagem verbal. As crianças utilizam três estratégias de contagem, progressivamente mais eficientes (Geary, et al., 2004). A primeira contagem consiste na contagem a partir do 1, de todos os elementos por grupo e depois por contagem total. Tomando a adição acima como exemplo, as crianças levantam em contagem dois dedos numa mão e quatro noutra, para por fim contarem todos os dedos levantados. Com a segunda e terceira estratégias, as crianças deixam fazer as três contagens e aprendem a iniciar a contagem a partir de um dos elementos da soma e a contar o número de elementos do outro grupo. Na segunda estratégia, as crianças selecionam o número menor e contam daí para o outro número (e.g. “dois, três, quatro, cinco, seis”). Na terceira estratégia, as crianças escolhem o número maior e contam a partir desse (“quatro, cinco, seis”).

Com a prática dos primeiros cálculos de contagem, as crianças passam a dispensar os dedos, passando a contagens verbais. Gradualmente, a prática da contagem também resulta em representações na memória a longo prazo das operações mais frequentes (Geary et al., 2004; Siegler & Shrager, 1984).

Outra competência que tem vindo a ser estudada é a conservação do número que, de acordo com a teoria piagetiana, só se desenvolve a partir dos 6 anos (ver quadro 1). A avaliação desta competência é frequentemente realizada através das provas piagetianas, em que é pedido a criança um julgamento de quantidade. Por norma, as crianças de idade pré-escolar são sensíveis à distribuição espacial dos objetos (e.g. como botões dispostos em filas com diferentes comprimentos), e erram no julgamento de quantidade. A explicação piagetiana para este erro é que as crianças de idade pré-escolar ainda não estão no estágio tipo de pensamento operatório e não conseguem raciocinar sistematicamente e começam a tentar resolver os problemas logicamente (Schaffer, 2004). Contudo, vários autores defendem que as crianças são capazes de fazer o julgamento de quantidade em idades mais precoces.

Quadro 1

Marcos no desenvolvimento inicial do contar e do calcular

Idade	Marco (Estudo representativo)
0;0	Consegue discriminar numerosidades pequenas (Antell & Keating, 1983)
0;4	Consegue somar ou subtrair 1 (Wynn, 1992)
0,11	Discrimina sequências de numerosidade crescente de decrescente (Brannon, 2002)
2;0	Inicia a aprendizagem da sequência de palavras para contar (Fuson, 1992) É capaz de correspondência de um para um (Potter & Levy, 1968)
2;6	Reconhece que as palavras a partir do dois significam mais do que um (Wynn, 1990)
3;0	Consegue somar e subtrair um com objetos e com as palavras dos números (Starkey & Gelman, 1982) Consegue usar o princípio da cardinalidade para estabelecer a numerosidade de um grupo (Gelman & Gallistel, 1978)
4;0	Consegue usar os dedos para auxiliar a adição (Fuson & Kwon, 1992)
5; 0	Consegue adicionar números pequenos sem precisar de contar a soma (Starkey & Gelman, 1982)
5;6	Compreende a comutividade da adição e conta a partir do número maior (Carpenter & Moser, 1982); Consegue contar corretamente até 40 (Fuson, 1988)
6;0	“Conserva” o número (Piaget, 1952)
6;6	Compreende a complementaridade entre a adição e a subtração (Bryant et al., 1999); Consegue contar corretamente até 80 (Fuson, 1988)
7;0	Recupera factos aritméticos de memória

Nota: Quadro Adaptado de Butterworth (2005a). As idades estão expressas em anos; meses. Optou-se por manter as citações aos estudos que assinalam o marco desenvolvimental. As referências encontram-se na revisão de Butterworth.

Mehler e Bever (1967), avaliaram a capacidade de conservação de crianças entre os 2 e 4 anos através de 2 experiências – uma experiência com bolas de argila, a outra com chocolates M&Ms. Em cada experiência os elementos eram organizados em duas filas; na primeira fase as filas estavam dispostas de forma semelhante, com o mesmo número de elementos, mas nas sequências seguintes as filas passavam a ser organizadas com números diferentes de elementos e as filas com menos elementos eram dispostas de forma mais longa (ver figura 2). Na experiência com as bolas de argila era pedido às crianças que indicassem qual era a fila com mais elementos, mas na experiência com chocolates, deu-se a indicação às crianças para escolherem uma fila e comerem todos os chocolates da mesma. Os

resultados observados, em ambas as condições, apontam para que aos 2 anos possuem a competência da conservação do número. Contudo, ambas as experiências mostram um decréscimo nas respostas de conservação a partir dos 3 anos, mas este decréscimo é só significativo na primeira experiência, que envolve o julgamento verbal. A partir dos 4 anos, há um acréscimo das respostas de conservação do número. Dados estes resultados, os autores concluíram que a incapacidade temporária de conservação das crianças se deve a uma fase desenvolvimental. Com base nestes resultados, Mehler e Bever (1967) defendem que as crianças não desenvolvem a conservação do número a partir dos 4 anos, mas ao invés disso apenas a readquirem, justificando que a incapacidade de conservação dos números anterior decorreria de uma fase desenvolvimental em que a resolução de problemas está dependente de estratégias perceptuais.

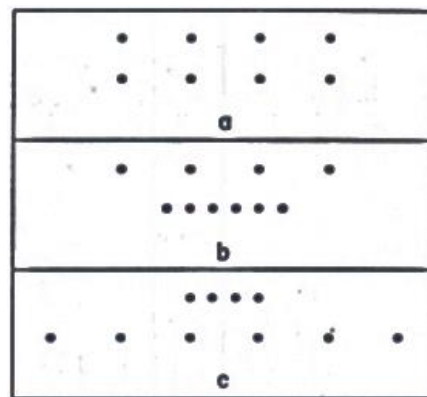


Figura 2 – Provas de Conservação do Número. Retirado de Mehler & Bever (1967)

Por outro lado, vários autores defendem que o sucesso nos problemas está dependente da forma como estes são apresentados e as suas características (Bisanz et al, 2005), e a variabilidade na escolha de estratégias entre ensaios é resultado da coexistência de diferentes interpretações, por vezes incompatíveis (Siegler, 1985 citado em Sophian, 1999). Rose e Blank (1974) consideram que são as pistas da interação social que originam o insucesso destas crianças na prova. Numa reformulação da prova de conservação em que era pedido apenas um julgamento sobre a quantidade, após a reformulação das filas de elementos, verificou-se um aumento das respostas de conservação. Isto parece indicar que a formulação dos problemas matemáticos que não atentam às pistas contextuais é indutora de erros; nomeadamente, o facto de se fazer à criança duas vezes a mesma questão, sem que haja mudança do número de elementos, é uma situação que não ocorre no contexto natural e que desencadeia o erro típico da criança no estágio desenvolvimental do pré-operatório.

Efetivamente, a repetição é interpretada pela criança como um pedido para alterar a suas respostas (Rose & Blank, 1974).

Outro aspeto a ser tomado em conta acerca do desenvolvimento da cognição numérica prende-se com a influência dos contextos e a forma como as ferramentas culturais nos são transmitidas. Desde o período pré-escolar e ao longo da escolarização, existe variação socioeconómica considerável no nível do conhecimento matemático das crianças. Efetivamente, as competências matemáticas das crianças derivam das atividades e contextos em que o conhecimento é ativado (Sophian, 1999).

Carraher, Carraher e Schliemann (1985) demonstraram através da manipulação do formato do problema que, em função dos contextos de vida, adaptamos os raciocínios e ferramentas culturais de forma distinta. Estes testaram crianças que tinham experiência em trabalhar num mercado com dois grupos de problemas idênticos, em que uma versão do enunciado era formulada em termos de venda e compra, e outra apresentada num formato de um exercício formal/ equação. Os resultados das crianças foram significativamente melhores quando era utilizada o formato informal. Ou seja, as crianças podem adotar várias formas de raciocínio matemático, mas, ao mesmo tempo, podem não saber como transferir formas de raciocínio para outros contextos de aplicação.

1.4 A Cognição Numérica e o Ensino Básico

O conhecimento matemático é um direito cívico, (Abrantes, Serrazina & Oliveira, 1999), pelo que é uma obrigação social garantir o seu ensino e a eficácia do mesmo a todas as crianças. Para garantir o mesmo, o Ministério de Educação decreta normas e objetivos de ensino para cada ano escolar.

O Programa e Metas curriculares de Matemática do Ensino Básico, homologado em 2013 (Bivar, Grosso, Oliveira & Timóteo, 2012) é o documento oficial do Ministério de Educação que estabelece os objetivos formais do ensino da matemática para cada ano escolar. Os conteúdos estão divididos em três domínios – Números e Operações, Geometria, Organização e Tratamento de Dados.

O domínio Números e Operações introduz, de forma progressiva, as representações do número e as quatro operações aritméticas. Um dos objetivos é que os alunos adquiram a fluência de cálculos e destreza na aplicação dos quatro algoritmos. Para se consolidar a

fluência é necessária uma sólida proficiência do cálculo mental., pelo que os professores são encorajados a trabalhar essas competências. Para uma melhor sistematização e revisão das competências trabalhadas, dividimos este domínio em dois grupos: 1) compreensão dos números e do sistema numeração e 2) operações aritméticas: Adição, Subtração, Multiplicação e Divisão.

Compreensão dos números e do sistema de numeração

A noção de que os números podem ser representados por diversas formas s gráficas e/ou simbólicas, e qual a utilidade de cada tipo de representação específica é a base sobre a qual se constroem a maioria das capacidades matemáticas (Abrantes et al, 1999). Durante os quatro anos de escolaridade primária são trabalhadas várias competências relativas aos números naturais (e.g., contagem e o conhecimento dos números ordinais) e números racionais não negativos (e.g., compreensão das frações e a sua ordenação numa reta numérica) (Bívar et al., 2012).

As crianças progressivamente passam a usar os números em operações aritméticas e a construir uma compreensão do valor posicional que lhes permitam fazer estimativas envolvendo grandes números (Van de Walle, 2009). Assim sendo, as crianças vão ganhando a noção da complexidade inerentemente ligadas aos números e as regras dos sistemas de numeração, e vão tornando-se capazes de estabelecer relações cada vez mais complexas entre diferentes números.

Operações aritméticas: Adição, Subtração, Multiplicação e Divisão

As operações aritméticas estão todas relacionadas entre si, mas, para aprender as relações entre essas é primeiro necessário compreender cada operação individualmente (Abrantes et al., 1999). A adição é a primeira operação a ser aprendida, sendo algo que as crianças já efetuam antes de entrar na escola primária. A subtração está intimamente ligada à Adição, sendo a operação inversa a esta - a adição nomeia o todo em termos das partes e a subtração nomeia uma parte que falta (Van de Walle, 2009), sendo também aprendida rapidamente. A prática repetida dos cálculos de adição e subtração levam à formulação de representações na memória a longo prazo, que permitem que as estratégias de resolução de problemas dominante passem a ser de pesquisa dos factos aritméticos (Geary et al. 2004;

Siegler & Shrager, 1984). Existem 2 estratégias possíveis no cálculo apoiado na memória: a recuperação direta e a decomposição. A primeira estratégia é aplicada quando um facto está consolidado e é recuperado imediatamente da memória (e.g., responder 10 à operação $5+5$). A decomposição é utilizada quando o facto aritmético não está consolidado e implica a reconstrução da resposta com base na recuperação de uma soma parcial, decompondo-se a operação em cálculos memorizados (e.g., na operação de $6+7$, recuperar que $6+6=12$, e somar 1).

Por sua vez, apesar de também estarem relacionadas com as operações anteriores, a multiplicação e a divisão envolvem um maior nível de complexidade (Abrantes et al. 1999). Mulligan e Mitchelmore (1997) identificaram os tipos de estratégias que as crianças 7 e 8 anos utilizam inicialmente para a resolução de problemas de multiplicação e divisão: contagem direta e adição repetitiva ou a subtração repetitiva. A seleção da estratégia estava dependente de como conseguiam estruturar os dados. A estratégia de contagem direta consiste na contagem de todos os elementos sem referência à multiplicação – por exemplo, se é pedido um raciocínio de 3×2 , as crianças podem contar até 3 e depois continuar a contar os 3 números seguintes. Já as estratégias de adição e subtração repetitiva consistem na repetição da operação numérica. Por exemplo, se a pergunta for 3×9 , as crianças podem representar todos os elementos em nove grupos de três e proceder à soma repetida dos elementos dos grupos ($3+3+3+3+3+3+3+3+3$); mas, se a questão for quanto é $9 \div 3$, as crianças podem ir criar 3 grupos e ir distribuir alternadamente cada elemento a um grupo por meio da subtração.

A repetição destas estratégias levará a consolidação e memorização dos factos aritméticos básicos e regras das operações multiplicativa e divisória, até que as crianças comecem a resolver o problema diretamente por meio da devida operação ou recupere o resultado da memória.

1.5 A Cognição Numérica e a Ansiedade à Matemática

A ansiedade define-se como um estado emocional e motivacional aversivo que ocorre em situações ameaçantes (Eysenck, Derakshan, Santos & Calvo, 2007). Esta prejudica o desempenho em várias funções cognitivas, incluindo aquelas que afetam o desempenho matemático como o processamento e capacidade de armazenamento da memória de trabalho (Eysenck & Calvo, 1992 citado em Butterworth, 2005b; Eysenck et al., 2007).

Mais especificamente, o que designamos de ansiedade à matemática caracteriza-se pela sensação de tensão, apreensão ou medo que interfere com o desempenho matemático (Ashcraft, 2002, citado em Ganley & McGraw, 2016). Diferentes contextos ou atividades relacionadas com a matemática podem despoletar ansiedade – atividades de processamento numérico, resolução de problemas de matemática em frente à turma, erros matemáticos, avaliação negativa associada ao desempenho ou até mesmo a antecipação dessas experiências (Harari, Vukovic, & Bailey, 2013; Sorvo et al., 2017).

A ansiedade à matemática tem efeitos negativos no desempenho matemático. Estes efeitos atuam de forma independente, a 3 níveis (Krinzinger, Kauffman & Willmes, 2009; Harari et al, 2013): reações fisiológicas, efeitos cognitivos (i.e. pensamentos de preocupação) e comportamentos de evitamento.

Vários estudos demonstram que os indivíduos com maior nível de ansiedade recrutam mais recursos e estratégias compensatórias para responder aos problemas aritméticos e que o tempo de resposta é superior (Eysenck et al, 2007), ou o oposto, em benefício do tempo de resposta menor, indivíduos mais ansiosos tendem a sacrificar a precisão da sua resposta para alcançar tempos equivalentes aos indivíduos com menor ansiedade (Faust, Ashcraft, & Fleck, 1996). Alguns autores defendem que o desempenho é prejudicado pela falta de prática causada pelos comportamentos de evitamento e pela interferência de pensamentos de preocupação (Krinzinger e colaboradores, 2009). Os comportamentos de evitamento formam um círculo vicioso do evitamento das tarefas matemáticas, que afetam o desempenho de várias formas. Através deste ciclo há um menor treino matemático, pelo que em princípio haverá um menor desenvolvimento das competências numéricas e uma maior probabilidade de insucessos. Consequentemente, estas situações também reforçam a baixa autoapreciação da capacidade matemática e a ansiedade à mesma.

A Ansiedade à Matemática surge provavelmente da interação de vários fatores, que incluem a predisposição biológica para a ansiedade, experiências anteriores com matemática com um valor negativo, esquemas cognitivos mal adaptativos (Ashcraft, 2007 citado em Harari et al., 2013). Há também a evidência que os estereótipos de género influenciam o desenvolvimento da ansiedade à matemática. Estes estereótipos apontam para a desvantagem do género feminino no desempenho e aprendizagem matemática, causando a depreciação das capacidades matemáticas em mulheres (Passolunghi et al., 2014). Ainda que hajam evidências contraditórias acerca da idade em que se originam estes estereótipos, a sua presença nas faixas etárias do ensino secundário e do ensino superior já foi reportada por

vários autores (Passolunghi, et al., 2014; Sorvo et al., 2017). Passolunghi e colaboradores (2014) realizaram um estudo transversal com 240 crianças dos 7 aos 13 anos em que mediram os estereótipos de género, o valor atribuído à matemática e a auto-apreciação da sua capacidade matemática. Os autores descobriram evidências que as crianças tendem a estabelecer estereótipos de género sobre a matemática entre os 8 e 9 anos e que a autoperceção de capacidade matemática está associada a esses.

No que diz respeito às crianças do ensino primário, pouco se sabe sobre a relação entre o desempenho e a ansiedade à matemática. Em alguns estudos já detetaram níveis de ansiedade em grupos de alunos da primária, desde o 1ºano, e a sua associação negativa com o desempenho (e.g., Harari et al, 2013; Ganley e McGraw, 2016; Sorvo et al., 2017). Sorvo e colaboradores (2017) sugerem ainda que existem duas dimensões distintas, mas correlacionadas da ansiedade à matemática – ansiedade face a situações relacionadas com a matemática e a ansiedade ao fracasso na matemática – interferem com o desempenho matemático dos alunos do ensino primário. A ansiedade face a situações relacionadas com a matemática estava mais associada com o desempenho em tarefas de competências aritméticas. Os estudos que reportam a ansiedade à matemática nos alunos de ensino primário, não indicam diferenças de género, o que diverge do sugerido por Passolunghi e colaboradores (2014).

Face às evidências do desenvolvimento da ansiedade à matemática durante os anos de ensino primário e nos efeitos que esta tem no desempenho dos alunos, a avaliação e intervenção precoce neste contexto deve-se tornar um objetivo educativo. Isto implica que possuamos ferramentas de avaliação adequadas aos alunos do ciclo primário e que atentem à estrutura da ansiedade enquanto um constructo multidimensional. Ganley e McGraw (2016) sugerem que na aplicação de uma escala de avaliação a crianças deve-se atentar às restrições da capacidade da leitura e compreensão do vocabulário, ao tamanho da escala, tendo esta preferencialmente 8 a 20 itens, à possibilidade de ser aplicada em contexto de grupo e a questões relativas à complexidade do construto avaliado.

Ademais, o tipo de escala utilizado é de importante reflexão: vários autores adotaram escalas pictóricas para medir a ansiedade à matemática com crianças, contudo estas apresentam alguns problemas como a dificuldade de interpretação dos símbolos pelas crianças, ou a seleção desses mesmos símbolos durante a construção do instrumento (Krinzinger et al., 2009; Ganley & McGraw, 2016).

As escalas verbais, como a MASYC (Harari et al., 2013) ou MASYC-R (Ganley & McGraw, 2016), têm mostrado uma maior eficiência, desde que possibilitem uma

compreensão clara do que é avaliado e tenham um sistema de cotação que as crianças sejam capazes de perceber.

Caracterização da MASYC e MASYC-R

A MASYC (Harari et al., 2013) e a MASYC-R (Ganley & McGraw, 2016) têm como objetivo avaliar comportamentos e sentimentos associado à ansiedade à matemática em crianças do ensino primário (Harari et al., 2013). Outro objetivo da mesma é a aplicação em grupo, permitindo assim uma gestão económica do tempo e recursos durante os processos de avaliação e intervenção.

A primeira versão desta medida (MASYC - Harari et al., 2013) é constituída por 12 itens. Quanto à estrutura, os itens desta escala captam 3 dimensões da ansiedade matemática: reações negativas, a confiança numérica e a preocupação. A primeira dimensão, reações negativas, engloba os itens sobre as reações fisiológicas à ansiedade, como as dores de cabeça e de barriga. Os itens da confiança concernem às atitudes e o interesse sobre a matemática e opõem-se à ansiedade. A última dimensão, preocupação reflete cognições negativas e receios. Os valores do coeficiente de alfa da escala total era .70 e para as dimensões da escala os valores de α variam entre .67 e .72, tendo os autores considerado que a maioria das escalas apresentava resultados satisfatórios de fidelidade.

Os itens foram construídos de forma a representar aspetos positivos e negativos, para evitar tendências de resposta. Os itens da dimensão confiança numérica possuem uma valência positiva, e os itens das dimensões reações negativas e preocupação são apresentados com uma valência negativa. A escala de resposta é uma escala *Likert* de 4 pontos - *Yes, kind of, not really* e *No*, pelo que a cotação atribuída às respostas varia entre 1 e 4, ou em sentido inverso de 4 a 0, de modo a que uma pontuação elevada numa escala esteja codificada para que o maior score reflita um maior nível de ansiedade à matemática.

No processo de revisão desta medida, Ganley e McGraw (2016) desenvolveram 9 itens novos. Procederam à avaliação dos 12 itens originais e dos novos 9 itens através de análises de consistência e entrevistas cognitivas realizadas com 9 crianças (6 do 1º ano e 3 do 2º ano). A versão revista, MASYC-R é constituída por uma medida final com 13 itens (8 originais e 5 novos desenvolvidos). Esta revisão da escala replicou a estrutura multidimensional com três fatores (reações negativas, confiança numérica e preocupação) com valores de consistência elevados para a escala total ($\alpha = .87$) e para as suas dimensões com valores de α entre .75 e .86.

1.6 Objetivos de Estudo

Na base deste projeto está o interesse pelo estudo da cognição numérica e desempenho numérico, e a sua relação com a ansiedade à matemática na faixa etária dos 6 aos 10 anos, correspondente ao ensino primário. Face à escassez de medidas para prosseguir com este estudo, procedemos ao desenvolvimento de dois novos instrumentos para o contexto português: o Teste do Conhecimento Numérico (TCN) e a adaptação da escala de Ansiedade à Matemática para Crianças (AMC).

Este trabalho consiste num estudo piloto dos instrumentos propostos, e os nossos objetivos prendem-se com a análise das características psicométricas dos instrumentos desenvolvidos e avaliação da qualidade dos mesmos enquanto medidas psicológicas através dos conceitos de fidelidade e da validade.

Para análise da adequação dos itens utilizamos dois parâmetros estatísticos – o índice de dificuldade e o poder discriminativo. Enquanto o índice de dificuldade traduz a proporção de indivíduos que responderam corretamente ao item (Almeida & Freire, 2003), o poder discriminativo indica em que medida os itens desencadeiam respostas que diferenciam os participantes ao nível do seu grau de conhecimento, comportamento ou outras características (Anastasi & Urbina, 2000).

A fidelidade corresponde ao grau de confiança ou precisão que os resultados de uma prova ou teste nos oferece (Almeida & Freire, 2003). Neste estudo procedemos a uma análise da fidelidade i) da seleção de itens para anos escolares avaliados pelo TCN; ii) a da escala AMC. Para tais efeitos, procedemos ao cálculo do índice α de *Cronbach* para estimação da consistência interna dos itens.

A validade do teste refere-se aquilo que o teste mede e quão bem o faz (Anastasi & Urbina, 2000), ou seja, está associada ao grau de exatidão de uma medida. Só podemos definir o traço medido por um instrumento através da análise de fontes informativas e operações empíricas utilizadas para se estabelecer a sua validade. Quando atentamos à validade neste estudo, atentamos aos conceitos de validade de conteúdo e constructo para o TCN. A validade de conteúdo indica se o conteúdo do teste é apropriado e representativo dos traços que se pretende avaliar (Anastasi & Urbina, 2000) e foi avaliada no TCN através da análise das opiniões de professores relativamente à aquisição de competências por idade. A validade de constructo é a extensão em que podemos afirmar que um teste mede um construto teórico ou traço (Anastasi & Urbina, 2000) e para a sua análise procedemos à

análise das correlações entre a idade e as pontuações totais do TCN e entre as e as pontuações do TCN e das notas de matemática atribuídas pelos professores no 3º Período do ano letivo anterior.

Com estes instrumentos esperamos recolher informações e poder analisar o desenvolvimento das competências numéricas e da ansiedade à matemática, assim como a relação entre ambos.

2. MÉTODO

2.1 Instrumentos

Desenvolvimento do Teste do Conhecimento Numérico (TCN)

O teste de conhecimento numérico (TCN) (ver Anexo 1) insere-se na categoria dos testes de aptidão, avaliando o conhecimento numérico dos alunos do primeiro ciclo de ensino básico. Procura-se com o desenvolvimento desta ferramenta obter um instrumento útil para a investigação e/ou intervenção, e para a avaliação de casos de dificuldade de aprendizagem e que oriente as práticas educacionais.

Organizamos este teste em 24 exercícios com objetivos de avaliação correspondentes a objetivos do Programa e Metas Curriculares de Matemática do Ensino Básico (Bivar et al., 2012) do 1º ao 3º ano (ver Quadro 2). Atentamos aos objetivos curriculares contidos no domínio dos Números e Operações do programa curricular e formulamos itens para 2 domínios do teste: a Compreensão dos números e do sistema de numeração e as Operações aritméticas. O domínio de Compreensão dos números e do sistema de numeração foca-se nas representações gráficas dos números e a numeração, em conceitos relacionados com o número como o $<$ e o $>$, ou as classes e ordens do número. Integra exercícios de contagem, decomposição de números, ordenação de números em linhas numéricas, entre outros. O domínio das Operações aritméticas concerne exercícios de manipulação numérica através de quatro tipos de operações aritméticas – adição, subtração, multiplicação e divisão e é composto por exercícios que avaliam cálculo, por algoritmos ou métodos informais, o conhecimento da tabuada e termos multiplicativos. Para a construção dos itens baseamo-nos em exemplos de alguns itens de avaliação dos conhecimentos matemáticos do *Test of Early Mathematics Ability-3* (TEMA-3; Ginsburg & Baroody, 2003) e a Provas de Aritmética da WISC-III (Wechsler, 2003).

O TEMA -3 um teste de aplicação individual, para crianças dos 3 aos 8 anos, adequado para a avaliação dos conhecimentos matemáticos formais e informais. O teste é constituído por 72 itens, repartidos e aplicados em função do seu grau de dificuldade e da

idade cronológica da criança. Este avalia o conhecimento informal em 4 domínios – numeração, magnitude relativa, cálculo e compreensão dos conceitos – e o conhecimento formal com também quatro domínios – literacia numérica, factos numéricos, cálculo e compreensão de conceitos. Para a construção de itens no TCN adaptamos o raciocínio pedido em alguns dos exercícios verbais do TEMA-3 para o formato de exercícios de papel e lápis. Alguns exemplos são os exercícios de sequência numérica, criados em alternativa a contagem em voz alta e os cálculos apresentados em problemas escritos. Particularmente, o exercício de 10 e exercício 21 avaliam o cálculo, mas também a compreensão de conceitos associados ao dinheiro, em semelhança a alguns itens do TEMA-3.

Quadro 2

Correspondência dos Itens do Teste de Conhecimento Numérico com os Objetivos do Programa e Metas curriculares de Matemática do Ensino Básico (Bivar et al., 2012).

Domínio do Teste	Itens do Teste	Descrição do (s) objetivo (s) correspondente no plano
1º ano		
Compreensão dos números e do sistema de numeração	1) Sequência numérica	Números naturais até 100: contagem progressiva
	2) Determinar o maior e o menor	Símbolos «<» e «>»
	3) Sequência numérica	Números naturais até 100: contagem regressiva
	4) Posição numérica	Comparação e ordenação de números até 100
	5) Decomposição numérica	Ordens decimais: unidades e dezenas
Operações Aritméticas	6) Adição e Subtração	Adições cuja soma seja inferior a 100 por cálculo mental Problemas de um passo envolvendo situações de juntar e acrescentar Subtrações envolvendo números naturais até 20 por métodos informais Problemas de um passo envolvendo situações de retirar, comparar ou completar.
	7) Adição e Subtração	Adições cuja soma seja inferior a 100 por cálculo mental Subtrações de números até 100 utilizando contagens progressivas e regressivas de no máximo nove unidades

2º ano

Compreensão dos números e do sistema de numeração	8) Sequência numérica	Números naturais até 1000 e contagem de 2 em 2, de 5 em 5, de 10 em 10, e de 100 m 100
Operações aritméticas	9) Divisão	Divisão exata por métodos informais
	10) Decomposição numérica	Ordens decimais: unidades, dezenas e centenas;
Compreensão dos números e do sistema de numeração	11) Linha numérica	Representação dos números naturais e das frações na reta numérica $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{3}$ $\frac{1}{4}$ $\frac{1}{5}$ $\frac{1}{10}$
	12) Termos multiplicativos	Os termos «dobro», «triplo», «quádruplo» e «quíntuplo»
	13) Multiplicação e Divisão	Tabuadas do 2, 3, 4, 5, 6 e 10 Sentido aditivo Divisão exata por métodos informais
Operações numéricas	14) Adição e Subtração	Adições cuja soma seja inferior a 1000 Subtrações de números até 1000
	15) Multiplicação	Tabuadas do 2, 3, 4, 5, 6 e 10 Produto por 1 e 0

3º Ano

Compreensão dos números e do sistema de numeração	16) Escrita numérico romana	Numeração romana
	17) Decomposição de números	Leitura por classes e por ordens e decomposição decimal de números até um milhão
Operações numéricas	18) Multiplicação por 2 algarismos	Produto de um número de um algarismo por um número de dois algarismos

Compreensão dos números e do sistema de numeração	19) Transformação do número	Arredondamento
	20) Multiplicação	Tabuadas do 7, 8 e 9
Operações numéricas	21) Multiplicação por 2 ou mais algarismos	Adição de quantias de dinheiro.
	22) Múltiplos	Critério de reconhecimento dos múltiplos de 2, 5 e 10
	23) Divisão	Problemas de até três passos envolvendo situações de partilha equitativa e de agrupamento.
	24) Adição e subtração: frações e números racionais	Adição de números racionais representados por frações decimais com denominadores até mil Algoritmos para a adição e para a subtração de números racionais representados por dízimas finitas

A Prova de Aritmética é um dos 13 subtestes da WISC-III, e foca-se também nas competências matemáticas do sujeito. Este subteste pertence ao grupo de subtestes verbais e contém um total de 24 itens que consistem num conjunto de problemas matemáticos que implicam procedimentos desde tarefas de contagem a operações aritméticas. Inspiramo-nos nos enunciados dos itens dos grupos dos 7 aos 8 e dos 9 aos 12 anos para a formulação de problemas com um nível de dificuldade semelhante.

Os 24 exercícios do TCN contêm ao todo 76 itens. A maioria dos itens implica o cálculo mental e são de construção de resposta (Anastasi & Urbina, 2000) simplificados pela estruturação dos mesmos pelo exercício de preenchimento de espaços em branco; apenas os itens 5, 10 e 22 são de seleção de resposta. Os itens não se relacionam entre si, não influenciando a cotação dos itens seguintes, à exceção dos itens 23a) e 23b), desenhados para a avaliação da capacidade de resolução de problemas de até três passos envolvendo situações de partilha equitativa e de agrupamento.

Sempre que introduzimos um novo tipo de exercício, como a completação de uma sequência numérica ou a resolução de um problema por operações aritméticas, damos um exemplo para garantir que a instrução é compreendida.

Adaptação da escala de Ansiedade Matemática para Crianças (AMC)

A escala utilizada, AMC, é uma adaptação das escalas MASYC (Harari et al., 2013) e MASYC-R (Ganley & McGraw, 2016). Esta adaptação é constituída por 21 itens (12 itens da MASYC e 9 itens desenvolvidos para a MASYC-R), traduzidos para português. Os itens foram reorganizados numa ordem aleatória.

Os itens desta escala variam de valência positiva a valência negativa, implicando uma maior atenção e reflexão sobre a resposta que quebre a tendência da seleção repetida do mesmo ponto da escala.

Mantivemos a escala *Likert* de 4 pontos e traduzimos as opções yes, kind of, not really e no para sim, mais ou menos, nem por isso e não. Os itens foram codificados de forma a que a maior pontuação reflita um maior nível de ansiedade matemática.

Para garantir que as instruções e o sistema de cotação eram compreendidos, criamos três itens de treino de cotação cujo o teor não está relacionado com a ansiedade à matemática (e.g., *eu gosto de comer gelados*).

2.2 Participantes

Este estudo realizou-se numa escola primária no Norte do Portugal. Após o consentimento da Direção do Agrupamento de Escolas foram enviadas as autorizações de participação e de recolha de dados sociodemográficos para os Encarregados de Educação dos 143 alunos dessa escola (ver Anexo 4). As autorizações foram entregues e recolhidas em sala de aula pelas professoras.

Cento e quatro crianças, das quais 44 (42%) do sexo feminino e 60 (58%) do sexo masculino, com idades compreendidas entre os 6 e os 10 anos, foram autorizadas a participar pelos seus encarregados de educação (ver Quadro 3). Os participantes estavam distribuídos por 6 turmas (havendo 2 turmas de 3º e 4º ano), e no total foram 18 crianças do 1º ano, 21 do 2º ano, 28 do 3º ano e 38 do 4º ano.

Para a análise do desempenho numérico foi utilizada uma amostra de 102 (43 raparigas, 59 rapazes) alunos, e para a análise da Ansiedade à Matemática uma amostra de 102 (44 raparigas, 58 rapazes). Caracterizamos este grupo ao nível sociodemográfico classificando o nível escolar dos pais por ciclos de estudo e pelo nível da sua profissão segundo a Classificação Portuguesa das Profissões (INE, 2010). Através das medidas descritivas, vemos que os encarregados de educação destes alunos possuem maioritariamente o 3º ciclo de escolaridade e trabalham como trabalhadores qualificados na Indústria, Construção e Artífices.

Quadro 3

Caracterização da Amostra

Ano	N	Género		Idade		Nota a Matemática		Nota a Língua Portuguesa		Nota a Estudo do Meio		NSE (Encarregados de Educação)			
												Nível Escolar		Nível Profissional	
		Fe.	Ma.	M	(DP)	M	(DP)	M	(DP)	M	(DP)	Med	(AIQ)	Med	(AIQ)
1 ^o	17	8	9	6.12	.33	4	.80	3	.80	4	.59	3.00	2.25	8	1
2 ^o	21	7	14	7.19	.51	3	1.22	3	1.12	3	.93	3.00	1.50	7	3.00
3 ^o	28	8	20	8.27	.45	3	1.07	3	.78	3	.84	3.00	3.00	7	2.25
4 ^o	38	21	17	9.21	.48	3	.96	3	.80	3	.83	3.00	3.00	7	3.00
	104	44	60	7.99	1.22										

Nota: As notas dos alunos às disciplinas estão codificadas de 1 (Insuficiente) a 4 (Muito Bom).

Os níveis escolares dos Encarregados de Educação estão classificados por ciclo de estudo. Por último, os níveis profissionais estão codificados de acordo com Classificação de Profissões Portuguesas (INE, 2011), entre os níveis 1 a 9.

Contamos também com o apoio das Professoras Titulares das seis turmas que participaram no estudo. Trata-se de um grupo com muita experiência docente, tendo em média 30 anos de serviço letivo ($DP= 7.37$). Estas professoras responderam a um questionário relativo ao TCN em que indicavam em que ano escolar era adquirida a competência avaliada (ver Anexo 3).

2.3 Procedimento

Avaliação do Conhecimento Numérico e da Ansiedade à Matemática

A avaliação do conhecimento numérico e a ansiedade face à matemática foi realizada em contexto de turma, com uma visita de uma investigadora à sala de aula. Para cada turma, este processo foi dividido em dois dias e todos os momentos de avaliação ocorreram durante a manhã.

No primeiro dia, foi administrado o TCN para a avaliação do desempenho numérico. Foi entregue a cada aluno um enunciado e as instruções foram lidas em voz alta. Após a explicação dos objetivos, regras e modo de preenchimento, cada participante realizou o teste individualmente, recorrendo ao administrador apenas quando tinha alguma dúvida. O tempo de execução de cada participante foi cronometrado e registrado. No grupo do primeiro ano, todo o enunciado do TCN foi todo lido em voz alta, exercício a exercício, com intervalos de tempo para que cada aluno resolvesse os itens.

No dia seguinte, os participantes responderam ao AMC. A investigadora retornou à sala de aula e, antes de entregar os enunciados da AMC, falava com o grupo sobre a experiência do dia anterior durante. Após a explicação inicial das instruções, foi realizada um breve treino de cotação de três frases criadas especificamente para este estudo- exemplo sobre tópicos não relacionados com a matemática. Para além disso, seguindo a recomendação dos autores da versão original para standardizar e reduzir as exigências da leitura, as frases foram todas lidas em voz alta para as crianças.

3. RESULTADOS

Análise dos Itens e Fidelidade do TCN

Analizamos os itens do TCN através de dois parâmetros estatísticos: o índice de dificuldade e o poder discriminativo (c.f. Anexo 5, ver quadro 4). O índice de dificuldade foi calculado pela percentagem de participantes que responderam corretamente ao item; os valores de referência adotados para a aceitação do item são de .15 a .85.

Para o cálculo do poder discriminativo adotou-se o método da divisão da amostra em dois grupos, de elevado e de baixo desempenho, sendo o poder discriminativo calculado através da diferença da percentagem dos participantes em ambos os grupos que respondem corretamente ao item. Para interpretação dos valores, adotamos os critérios sugeridos por Ebel (1979, citado em Quaigrain, & Arhin, 2017) e eliminamos todos os itens com um poder discriminativo abaixo de .20 e com valores negativos.

Quadro 4

Índice de dificuldade e poder discriminativo do TCN

	1ºano (N= 17)	2ºano (N= 20)	3ºano (N =27)	4ºano (N =38)
Índice de dificuldade (mediana)	.80	.40	.85	.87
Poder Discriminativo (mediana)	.80	.50	. 29	.30

Tendo em consideração estes parâmetros, definimos quais seriam os itens que deveriam ser mantidos no cálculo das pontuações totais dos alunos de cada ano escolar. Mantivemos 14 itens para o 1º ano, 49 para o 2º ano, 34 para o 3º ano e para o 4º ano 33 itens. Os itens selecionados para cada ano escolar estão especificados na Quadro 5. Todas as análises referentes ao desempenho dos alunos foram efetuadas com estas pontuações ponderadas. Faz-se notar que todas as alíneas dos exercícios 1 e 2 foram excluídas, para todos os anos, por serem muito simples e para uma melhor organização do teste, ainda que os valores do item 1d fossem aceitáveis para o 1º ano e os valores do item 2a para o 2º ano.

Quadro 5

Itens selecionados por ano escolar

	Itens selecionados	Itens eliminados
1º ano	3a -3d, 4a - 4d, 6a - 6c, 7a -7c	1a-1d, 2a – 2d, 5, 7d,
2º ano	3a - 3d, 4a -4d, 5, 6a - 6c, 7a -7d, 8a - 8d, 9, 10, 11a, 12a - 12d, 13a - 13b, 14a -14d, 15a -15d, 17a - 17d,18a, 18c, 21a, 21b, 22a - 22c	1a-1d, 2a – 2b, 11b, 16a – 16d, 18b, 18d, 19a – 19d, 20, 21c-21d, 23 ^a - 23b, 24a-24c
3º ano	5, 7d, 8b -8c, 11b, 12b - 12d, 13b, 14a - 14c, 15b - 15c, 16a - 16d, 17c, 18a - 18d, 19a - 19d, 20, 21c - 21d, 22a, 23a- 23b, 24c	1a-1d, 2a – 2d, 3a - 3d, 4a -4d, 6a - 6c, 7a -7c, 8a, 8d, 9, 10, 11a, 12a, 13a, 14d, 15a, 15d, 17a -17b,17d, 21a – 21b, 22b - 22c, 24a – 24b, 24d
4º ano	4a - 4b, 4d, 5, 7d, 10, 12c -12d, 13b, 14a - 14c, 15b, 16a - 16d, 18c -18d, 19a - 19d, 20, 21a, 21c -21d, 23a - 23b, 24a - 24d	1a-1d, 2a – 2d, 3a - 3d, 6a - 6c, 7a - 7c, 8a – 8d, 9, 11a – 11b, 12a – 12b, 13a, 14d, 15a, 15c-15b, 17a -17d, 18a – 18b, 21b, 22a - 22c

Para avaliar a consistência interna dos conjuntos de itens para cada ano foram calculados os coeficientes alfa de *Cronbach*. Os coeficientes α variam .76 e .93. Para o primeiro ano, $\alpha = .86$, para o 2º ano, $\alpha = .76$, para o 3º ano $\alpha = .93$ e, por último, para o 4º ano $\alpha = .88$.

Validade de Conteúdo

Para análise da validade de conteúdo solicitamos a opinião de professores acerca das competências avaliadas pelo TCN e o ano escolar em que as mesmas eram adquiridas. Calculamos as médias e modas de respostas (ver quadro 6), assim como os desvios das atribuições dos professores aos instrumentos. As médias e modas de resposta tendem a corresponder ao ano previsto pelo TCN, à exceção da maioria das respostas acerca dos grupos de itens do 1º ano, em que as professoras indicam que o domínio da competência ocorre no 2º ano.

Os desvios foram calculados através da fórmula “Média das opiniões dos Professores – Ano escolar previsto pelo TCN”. Um desvio positivo significa que a atribuição feita pelos professores corresponde a uma idade escolar superior à que é previsto pelo instrumento enquanto um desvio negativo demonstra uma atribuição das professoras a um ano anterior ao previsto no TCN.

Quadro 6*Média, desvio padrão, moda e desvio das atribuições das professoras*

Objetivo	TCN	Atribuição dos Professores		Desvio Prof. (média)/ TCN
		<i>M</i>	<i>Mo</i>	
1	1º	1.17	1	.17
2	1º	1.00	1	0
3	1º	1.67	2	.67
4	1º	1.60	2	.60
5	1º	1.60	2	.60
6	1º	1.17	1	.17
7	1º	1.67	2	.67
8	2º	1.67	2	.33
9	2º	2.33	2	.33
10	2º	1.67	2	-.33
11	2º	2.33	2	.33
12	2º	2.17	2	.17
13	2º	2.33	2	.33
14	2º	2.00	2	0
15	2º	2.33	2	.33
16	3º	2.83	3	-.17
17	3º	2.33	3	-.67
18	3º	3.17	3	.17
19	3º	3.00	3	0
20	3º	2.33	2	-.67
21	3º	3.17	3	.17
22	3º	3.00	3	0
23	3º	3.17	3	.17
24	3º	3.50	3	.50

De uma forma geral, as professoras atribuem os conteúdos ao grupo etário previsto pelo teste, salvo as exceções dos grupos de itens 3, 4, 5, 7, 17, 20 e 24. Do ponto de vista dos professores, as competências dos itens do grupo 3, 4, 5, 7 e 24 são adquiridas em anos escolares seguintes. A maioria das professoras atribui os itens 3, 4, 5, 7 às competências do 2º ano, quando estes representam competências a serem adquiridas durante o primeiro ano. Relativamente ao item 24, a opinião das professoras está dividida: 3 das professoras atribuem a competência ao 3º ano, e as restantes 3 atribuem-no ao 4º ano. No que diz respeito aos itens 17 e 24, a maioria dos professores é da opinião que essas competências sejam adquiridas

previamente ao que é esperado pelo TCN e pelo Programa e Metas curriculares de Matemática do Ensino Básico (Bivar, Grosso, Oliveira & Timóteo, 2012).

O item com uma maior variação de atribuições é o item 11. As atribuições deste item variam entre os 4 anos de escolaridade primária, mas 3 das professoras atribuem-no ao 2.º ano (ano previsto).

Validade de Constructo

. Através do coeficiente de correlação de *Pearson*, concluímos que existe uma associação moderada e positiva entre o ano de escolaridade e a pontuação total no TCN, $r = .37$, $p < .01$. Não foram encontradas correlações significativas com as notas das crianças a Matemática ou outras disciplinas, ou o nível socioeconómico dos pais ($p > .05$). Porém, se não excluirmos os itens de acordo com a dificuldade e o poder discriminativo, são encontradas correlações significativas entre a pontuação do TCN e as notas às disciplinas de matemática, língua portuguesa e estudo do meio para os alunos do 3º e 4º ano, com valores de r entre os .43 e os .71.

Desempenho dos participantes ao TCN

No Quadro 7 são apresentados a média e o desvio padrão por cada ano escolar da amostra. Verificamos que a média da pontuação do 1º ano é a mais baixa ($M = 6.82$, $DP = 3.94$) e a média do 2º ano é a mais elevada ($M = 23.75$, $DP = 12.74$).

Através dos índices de dificuldade e de poder discriminativo (ver Anexo 5), podemos retirar algumas conclusões sobre o desempenho de cada grupo.

O grupo de alunos do 1º ano só completou apenas itens destinados ao seu grupo escolar. Este grupo teve o seu desempenho condicionado pelas dificuldades de leitura, pelo que o teste teve de ser lido em voz alta e os alunos não exploram o resto da prova, como os restantes colegas. Destacam-se os itens 5 e o 7d foram os de maior dificuldade, sendo inexequíveis para os alunos do 1º ano.

Podemos observar que o grupo do segundo ano, para além de já alcançar a maioria dos seus itens, já cumpre objetivos superiores ao que lhe está definido no plano, e uma percentagem considerável (entre os 20% a 50%) já concretiza com sucesso alguns itens que estão programados para o 3º ano (17a - 17d, 18a, 18c, 21a, - 21b, 22a - 22c).

O grupo do 3º ano mostra ter consolidado a maior parte dos objetivos para o 1º e 2º anos, pelo que, nos itens previstos para os primeiros anos de escolaridade, os índices de dificuldade do 3º ano variam .55 a 1. Entre os itens do plano do 3º ano, os itens eliminados ou eram muito fáceis, ou pouco discriminativos, e os valores dos itens que permanecem na escala variam de .41 a .85.

À semelhança do que se passa no grupo do 3º ano, os participantes do 4º ano executam os itens dos planos dos anos anteriores com um grau de facilidade muito elevado.

Um aspecto que se destacou foi a aquisição de competências relacionadas com a representação das frações. Estas competências deveriam começar a ser adquiridas a partir do 2º ano, mas os alunos demonstram-na apenas no 3º ano. Mesmo nesse ano escolar verificamos que é uma competência com um grau de dificuldade elevada, havendo uma percentagem reduzida dos alunos que respondem corretamente ao item – 19%.

Quadro 7

Médias e desvios-padrão das pontuações do TCN

	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano
	(N=17)	(N=20)	(N=27)	(N= 38)
<i>M</i>	6.82	23.75	21.41	21.71
<i>(DP)</i>	(3.94)	(12.74)	8.91	(8.04)
Assimetria	- .01	-.356	-.31	- .56
Curtose	- 1.47	- .597	- 1.19	-.342
Mínimo – Máximo	1-13	0-42	4-34	1-33

Através da observação do comportamento das crianças, verificamos que os alunos do 1º e 2º ano ainda não desenvolveram a competência de cálculo mental. Estes alunos quebram regras estipuladas pelas provas e recorrem a estratégias de resolução de problemas baseadas nas contagens verbais ou contagens com os dedos (Geary et al., 2004).

Excluindo o grupo do 1º ano, porque as condições de aplicação do teste foram diferentes, comparamos as médias de tempo de execução do TCN (ver Quadro 8) – $F(2, 81) = 5.74, p = .005, \eta^2 = 0.12$. O Post-hoc Gabriel indica que no tempo de execução dos alunos se encontraram diferenças significativas entre os grupos do 2º, 3º e 4º ano ($p < .05$).

O tempo de execução dos alunos do 2º é significativamente inferior do que os do 3º ano e 4º ano (Colocar média e desvio padrão). Não foi encontrada nenhuma associação entre o tempo despendido na execução do teste e a pontuação total do mesmo.

Quadro 8

Média de tempos de execução do TCN (minutos' segundos)

	1º ano (N=17)	2º ano (N=20)	3º ano (N=27)	4º ano (N= 38)
<i>M</i>	27	26'07	32'35	30'06

Análise da Consistência da AMC

Para a análise da consistência interna da AMC, calculamos o coeficiente alfa de *Cronbach* da versão da escala utilizada para este estudo, com 21 itens. O coeficiente obtido, $\alpha = .84$, indica que o teste tem uma boa consistência interna, segundo os pressupostos de Pestana e Gageiro (2005). Contudo, ao analisar as correlações item-total (ver Quadro 9), verificamos que os itens 1, 4 12, 18 e 21 apresentavam correlações abaixo de .3, o que indica uma pobre consistência interna e identifica que estes itens podem ser potenciais problemas (Field, 2009). Estes itens também reduzem consideravelmente o coeficiente alfa da escala. Tendo em conta estes aspetos, os itens mencionados foram retirados da análise e a escala passou a ser constituída por 16 itens e obteve uma maior consistência interna - $\alpha = .87$.

Quadro 9

Correlações Item-Total na AMC

Itens da AMC	CIT
1. Na aula de matemática, gosto que professor me faça perguntas.	.21
2. A matemática dá-me dores de barriga.	.39
3. Quando o professor de matemática me chama para dar a minha resposta, eu fico nervoso.	.55
4. Quando é a hora de estudar matemática sinto borboletas no estômago.	.22
5. Eu fico nervoso quando erro num exercício de matemática.	.52
6. Eu fico preocupado quando não percebo alguma coisa de matemática.	.32
7. Na hora de matemática o meu coração bate mais rápido.	.37
8. Eu sinto-me nervoso quando o professor mostra à turma como se resolve um problema de matemática.	.53
9. Eu gosto de resolver problemas de matemática no quadro, em frente a toda a turma.	.30
10. Eu tenho medo nas aulas de matemática.	.65
11. Eu sinto-me nervoso quando faço exercícios de matemática.	.70
12. Eu gosto de levantar a mão, para responder, na aula de matemática.	.12
13. Eu fico nervoso quando o professor ensina algo de novo em Matemática.	.57
14. O meu coração bate mais rápido quando tenho de fazer contas de cabeça.	.42
15. Quando tenho matemática dói-me a cabeça.	.41
16. Eu fico nervoso quando penso no teste de matemática do dia seguinte.	.53
17. Tirar os livros de matemática da mochila deixa-me nervoso.	.48
18. Fazer contas para saber se tenho dinheiro suficiente para comprar gomas é divertido.	.02
19. Eu fico preocupado antes de fazer um teste de matemática.	.60
20. Eu fico nervoso quando vejo uma ficha com problemas de matemática que tenho para resolver.	.60
21. Eu gosto de resolver problemas de matemática como: $49 + 32$.	.18

Análise dos Níveis de Ansiedade à Matemática

Para verificar se existem diferenças entre as médias do nível de ansiedade (ver Quadro 10), expressa em função do ano de escolaridade foi conduzida uma ANOVA Intersujeitos. Através desta análise verificamos que existem diferenças significativas dos

níveis de ansiedade, obtidos com os 16 itens que permaneceram na escala, entre os diferentes anos escolares, $F(3, 98) = 8.79, p < .001, \eta^2 = 0.21$. O post-hoc Gabriel revelou que os alunos do 1º ano ($M = 26.24; DP = 9.68$). apresentam menor ansiedade que os alunos dos restantes anos. Não existem diferenças significativas entre os níveis de ansiedade dos alunos do 2º, 3º e 4º ano ($p < .05$).

Quadro 10

Médias e desvios-padrão obtidos na AMC

	1º ano (N=17)	2º ano (N=21)	3º ano (N=28)	4º ano (N=36)
<i>M</i>	26.24	34.33	39.96	36
<i>(DP)</i>	(9.68)	(9.61)	(9.81)	(6.85)
Assimetria	.828	1.09	.207	.719
Curtose	.120	.72	-1.072	.632
Mínimo – Máximo	16 – 49	23-58	25-61	22-52

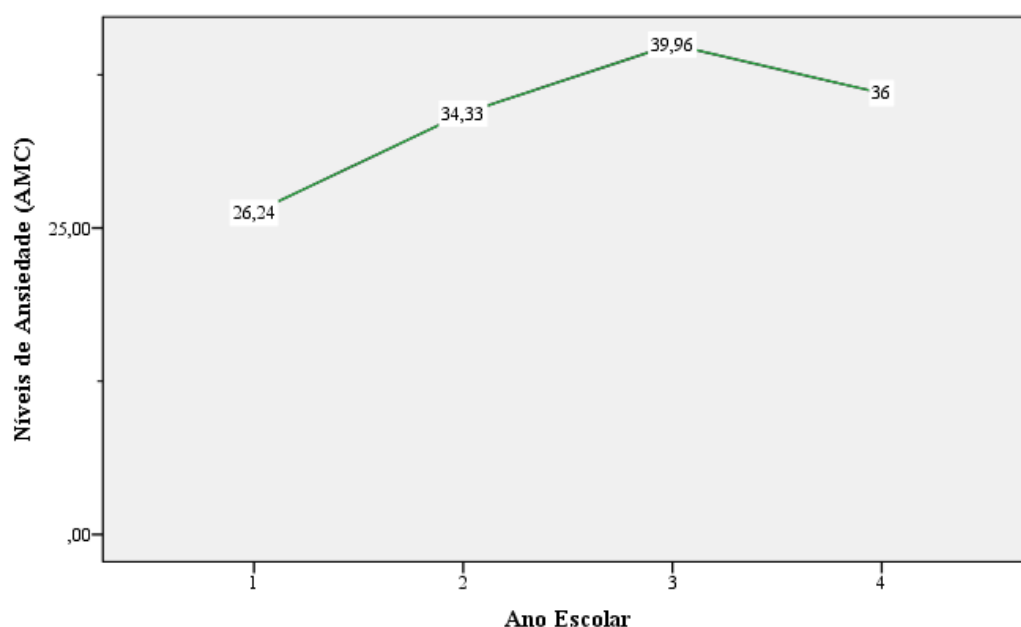


Figura 3 - Médias da AMC por ano

Também comparamos as médias em função do gênero, mas não encontramos resultados significativos. Por fim, analisamos a correlação dos níveis de ansiedade à Matemática e o nível sociodemográfico, mas esta também não é significativa.

Associação entre o Desempenho e a Ansiedade à Matemática

A análise da correlação entre a pontuação do TCN e a pontuação da AMC foi realizada através do cálculo do coeficiente de correlação do *Pearson*. Foi apenas encontrada uma associação negativa e moderada no grupo do 3º ano, $r = -.53$, $p < .001$. Para além disso, através de uma Regressão Linear verificamos que o nível de ansiedade à AMC é um preditor significativo do desempenho no TCN ($F(1,25) = 9.93$, $p = .004$, $B = -.48$, $\beta = -.53$). Isto significa que os alunos do 3º com níveis de ansiedade mais elevados, têm pontuações mais baixas no TCN.

Foi igualmente analisada a associação entre as notas de matemática e os níveis de ansiedade evidenciados na AMC. Foi encontrada uma associação fraca e negativa entre as notas de matemática e os níveis de ansiedade de todos os participantes, $r = -.27$, $p = .01$. Ainda que o tamanho do efeito apontado por r seja pequeno, esta associação evidencia novamente uma relação negativa entre a Ansiedade à Matemática e o Desempenho Matemática.

4. DISCUSSÃO

Os objetivos principais deste estudo prenderam-se com a análise da relação entre o desempenho numérico e a ansiedade à matemática, e a análise das características psicométricas dos instrumentos adotados. Para tal, desenvolvemos um instrumento de avaliação do conhecimento numérico – o Teste de Conhecimento Numérico (TCN) – e adaptamos a escala de Ansiedade à Matemática para Crianças (AMC), analisando também as suas características psicométricas e alterações efetuadas aos instrumentos.

Características psicométricas dos instrumentos

Relativamente ao TCN, verificamos que os itens desenvolvidos mostram de uma forma geral valores adequados de dificuldade e de discriminação. Segundo Anastasi e Urbina (2000), os índices de dificuldade devem ser próximos de .50, mas no conjunto de itens deve existir alguma variabilidade. Dessa forma, consideramos aceitáveis os valores entre .15 e .85, à semelhança dos critérios adotado para o teste TEMA-3 (Cadima, J., Abreu-Lima, I., Gomes, V., Coelho, V., Lobo, C., & Ramalho, et al., 2008). Os itens selecionados para análise das pontuações possuem índices de dificuldade entre .19 e .85. Entre os itens selecionados para todos os anos, será oportuno proceder, no futuro, à revisão dos itens com poderes discriminativos entre .20 e os .29 (Ebel, 1979, citado em Quaigrain, & Arhin, 2017).

Nas análises de validade do TCN, atentamos à validade de conteúdo e constructo. A validade do conteúdo foi avaliada através das indicações das professoras quanto à aquisição das competências numéricas. De forma geral, verificamos a concordância entre as atribuições feitas pelas professoras e a previsão de desenvolvimento de competências pelo TCN. A análise de validade de constructo foi verificada pela correlação significativa e positiva entre o desempenho no TCN e o ano escolar, visto que as competências numéricas parecem ser desenvolvimentais. Apesar da moderada magnitude desta associação, podemos hipotetizar que o TCN avalia o desempenho matemático em estrita relação com o ano escolar, evidenciando suporte para o desenvolvimento cronológico e contínuo de competências matemáticas. A análise de validade do constructo foi também realizada recorrendo à correlação entre o desempenho do TCN e as notas matemáticas. Esta não foi significativa quando utilizamos as pontuações do conjunto de itens selecionados por graus de dificuldade e discriminativo, mas, se contabilizarmos todos os itens do teste, temos

correlações significativas no 3º e 4º ano. Hipotetizamos que os itens eliminados permitiriam associar o conhecimento numérico e o desempenho na matemática, podendo fornecer informações que estamos a perder. Um estudo futuro necessitará de uma análise de comportamento de item para perceber esta relação com as notas de matemática e verificar se estes itens integram a avaliação do construto.

Relativamente à AMC, não realizamos análises de validade dada a dimensão reduzida da nossa amostra que não permite avançarmos com a análise confirmatória da estrutura interna da escala (Kline, 2005). Em alternativa, executamos uma análise fatorial exploratória. Optamos por não reportar esta análise porque não reproduz a estrutura prevista e não encontramos evidência literária que suporte a sua estrutura e achamos precoce apresentar a mesma através deste estudo.

Segundo Pestana e Gageiro (2005), quanto maior a proximidade do alfa de *Cronbach* ao valor 1, melhor será a consistência interna. Ademais, em instrumentos de ciências sociais, como é caso do TCN e da AMC, são considerados aceitáveis valores de alfa iguais ou superiores a .60 (DeVellis, 1991). Nas análises de fidelidade no TCN, obtivemos valores de α entre .76 e .93. Na análise da AMC, visto não termos a estrutura fatorial, calculamos o alfa de *Cronbach* para a escala global para verificarmos como é que a escala mede o constructo global que acreditamos que seja a ansiedade à matemática. O valor α da AMC é .87. Desta forma concluímos que temos valores α muito bons, o que traduz uma elevada consistência interna.

De uma forma geral, no TCN, as competências parecem estar organizadas pela ordem de dificuldade – os itens estão dispostos por ordem crescente de dificuldade, dos mais fáceis para os mais difíceis. Para Anastasi e Urbina (2000) isso é um ponto positivo, porque esta organização deixa os sujeitos mais confiantes e reduz a probabilidade de perderem muito tempo com itens para além das suas competências.

Análise da relação entre o desempenho e a ansiedade à matemática

Após a análise de correlações entre o nível sociodemográfico dos pais, a pontuação do TCN e os níveis de ansiedade à matemática, verificamos que não existem valores significativos para as mesmas. Contudo, podemos supor que a ausência de valores significativos se deve ao facto de a nossa amostra ser homogénea relativamente ao nível

sociodemográfico. A correlação entre o género e a TCN foi também analisada; de igual forma, não foram encontradas correlações significativas.

De acordo com o que foi observado nos índices de dificuldade e poder discriminativo, os alunos apresentam uma boa consolidação dos objetivos matemáticos para o que era previsto. Contudo, a compreensão das frações revela-se de difícil aquisição e verificamos uma maior facilidade de manipulação da fração em operações aritméticas do que da representação da mesma.

A correlação global entre as notas à disciplina de matemática e os níveis de ansiedade comprovam que existe uma relação negativa entre a ansiedade e o desempenho numérico já no ensino primário (Ganley & McGraw, 2016; Harari et al, 2016; Sorvo et al. 2017). No entanto, a correlação entre o TCN e a AMC, não é significativa para toda a amostra. Para o 3º ano, encontramos uma associação negativa e moderada entre a pontuação do TCN e da AMC. Sobre os tempos de execução de prova, pode dizer-se que os alunos do segundo ano de escolaridade despendem menos tempo para realizar as tarefas, o que parece ser um resultado contraintuitivo. Estes alunos ainda utilizam estratégias de contagem verbal ou pelos dedos, menos rápidas do que as estratégias de cálculo mental (Geary et al., 2004). Investigações futuras poderão replicar este estudo, investigando com mais pormenor este efeito.

Na comparação por anos escolares, verificamos que há indícios de menores níveis de ansiedade à matemática no 1º ano. Este grupo possui uma média significativamente inferior aos restantes grupos, que não diferem entre si. Entre o 1º e o 3º ano há um acréscimo dos níveis de ansiedade, com um ligeiro declínio no 4º ano. Este aumento contínuo parece indicar que o carácter desenvolvimental da ansiedade à matemática ocorre consoante o maior número de experiências com o número, tal como hipotetiza Ashcraft (2007, citado em Harari et al., 2013)

5. CONCLUSÃO

Este estudo foi um primeiro passo no sentido de perceber a sua adequação dos instrumentos propostos ao contexto português, permitindo detetar itens mais problemáticos tendo em conta a nossa realidade. Os instrumentos abordados neste estudo possibilitam a avaliação dos objetivos a que são propostos e possuem características psicométricas adequadas ao contexto português. Futuramente, será necessário realizar estudos que almejem a validação destes instrumentos, possibilitando a utilização dos mesmos na investigação e na intervenção educativa. Para tal, será necessária uma amostra de maior dimensão, bem como a realização de análises complementares, como por exemplo as análises de validade discriminativa.

As nossas descobertas mais importantes foram as correlações entre o desempenho numérico e a ansiedade à Matemática durante o ensino primário. Verificamos que existe uma relação negativa entre a ansiedade à matemática e o nível de desempenho matemática, quer em termos de notas à disciplina de matemática, quer em termos de desempenho do TCN. A ansiedade, assim, afeta negativamente o desempenho dos alunos, comprometendo a aprendizagem. Este resultado realça a importância de um maior enfoque nesta temática, por forma a contribuir para um incremento da qualidade dos ambientes de sala de aula e estratégias pedagógicas que possam contribuir para a diminuição da ansiedade dos alunos.

Em suma, este estudo contribuiu para a validação, para a população portuguesa, de dois instrumentos que permitirão, no futuro, uma ação adequada e ajustada sobre o desempenho na matemática, possibilitando uma intervenção ao nível da ansiedade, atendendo também ao nível do conhecimento numérico de cada aluno.

6. REFERÊNCIAS

- Abrantes, P., Serrazina, L. & Oliveira (1999). *A matemática na educação básica*. Lisboa: Departamento de Educação
- Almeida, L. S. & Freire, T. (2003). *Metodologia da Investigação em Psicologia e Educação* (3ª Edição). Braga: Psiquilibrios.
- Anastasi, A. & Urbina, S. (2000). *Testagem psicológica* (7ª Edição). Porto Alegre: Artes Médicas Sul.
- Ashcraft, M. H., & Faust, M. W. (1994). Mathematics anxiety and mental arithmetic desempenho: An exploratory investigation. *Cognition & Emotion*, 8(2), 97-125. doi:10.1080/02699939408408931
- Benoit, L., Lehalle, H., & Jouen, F. (2004). Do young children acquire number words through subitizing or counting?. *Cognitive Development*, 19(3), 291-307.
- Bijeljac-Babic, R., Bertoncini, J., & Mehler, J. (1993). How do 4-day-old infants categorize multisyllabic utterances? *Developmental Psychology*, 29(4), 711-721. doi:10.1037/0012-1649.29.4.711
- Bisanz, J., Sherman, J. L., Rasmussen, C., & Ho, E. (2005). Development of arithmetic skills and knowledge in preschool children. In J. D. Campbell, J. D. Campbell (Eds.) , *Handbook of mathematical cognition* (pp. 143-162). New York, NY, US: Psychology Press.
- Bivar, A., Grosso, C., Oliveira, F., & Timóteo, M. (2012). *Programa e Metas Curriculares da Matemática do Ensino Básico*. Lisboa: Ministério da Educação e da Ciência.
- Butterworth B. (1999). *The mathematical brain*. London: Macmillan
- Butterworth, B. (2005a). The development of arithmetical abilities. *Journal of Child Psychology* 1, 3–18. <http://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2005.00374.x>
- Butterworth, B. (2005b). Developmental dyscalculia. In J. D. Campbell, J. D. Campbell (Eds.), *Handbook of mathematical cognition* (pp. 455-467). New York, NY, US: Psychology Press.
- Cadima, J., Abreu-Lima, I., Gomes, V., Coelho, V., Lobo, C., & Ramalho, C. (2008, Outubro). *Avaliação de competências de matemática dos 4 aos 7 anos de idade*. In

A. P. Noronha et al. (Coord.), Actas da XIII Conferência Internacional de Avaliação Psicológica: Formas e Contextos Psiquilíbrios: Braga.

Carraher, T., Carraher, D., & Schliemann, A. (1990). Mathematics in the streets and in schools. *Psychology of Education: Major Themes*, 26(3), 239–250. <http://doi.org/10.1037/0012-1649.26.3.429>

DeVellis, R. F. (1991). Scale development: Theory and applications. Newbury Park, CA: SAGE Publications.

Eysenck, M., Derakshan, N., Santos, R., & Calvo, M. (2007). Anxiety and cognitive desempenho: attentional control theory. *Emotion*, 7(2), 336–53. <http://doi.org/10.1037/1528-3542.7.2.336>

Faust, M. W. (1996). Mathematics Anxiety Effects in Simple and Complex Addition. *Mathematical Cognition*, 2(1), 25–62. <http://doi.org/10.1080/135467996387534>

Feigenson, L., Dehaene, S., & Spelke, E. (2004). Core systems of number. *Trends in Cognitive Sciences*, 8(7), 307–314. <http://doi.org/10.1016/j.tics.2004.05.002>

Field, A. P. (2009). *Discovering statistics using SPSS*. London, England: SAGE.

Ganley, C. M., & McGraw, A. L. (2016). The Development and Validation of a Revised Version of the Math Anxiety Scale for Young Children. *Frontiers in Psychology*, 7, 1181. <http://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01181>

Ginsburg, H. P. & Baroody, A. J. (2003a). Test of Early Mathematics Ability (3rd Edition). Adaptação portuguesa (Versão para investigação). Porto: FPCEUP (Tradução de Isabel M. Abreu-Lima).

Harari, R. R., Vukovic, R. K., & Bailey, S. P. (2013). LEARNING , INSTRUCTION , AND COGNITION Mathematics Anxiety in Young Children : An Exploratory Study, 81(4), 538–555. <http://doi.org/10.1080/00220973.2012.727888>

Hauser, M. D., Carey, S., & Hauser, L. B. (2000). Spontaneous number representation in semi-free-ranging rhesus monkeys. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 267(1445), 829-833.

- Hauser, M. D., Tsao, F., Garcia, P., & Spelke, E. S. (2003). Evolutionary foundations of number: spontaneous representation of numerical magnitudes by cotton-top tamarins. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 270(1523), 1441–1446. doi:10.1098/rspb.2003.2414
- INE, I. (2011). *Classificação portuguesa das profissões: 2010*. Lisboa: INE.
- Kline, R. B. (2015). *Principles and practice of structural equation modeling*. Guilford publications.
- Krinzinger, H., Kaufmann, L., & Willmes, K. (2009). Math Anxiety and Math Ability in Early Primary School Years. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 27(3), 206–225. doi:10.1177/0734282908330583
- Marôco, J. (2014). *Análise Estatística com o SPSS Statistics* (6ª Edição). Lisboa: ReportNumber, Lda
- Mulligan, J. T., & Mitchelmore, M. C. (1997). Young children's intuitive models of multiplication and division. *Journal for research in Mathematics Education*, 309–330.
- Mehler, J., & Bever, T. G. (1967). Cognitive capacity of very young children. *Science* (New York, N.Y.), 158(3797), 141–142
- Passolunghi, M. C., Rueda Ferreira, T. I., & Tomasetto, C. (2014). Math–gender stereotypes and math-related beliefs in childhood and early adolescence. *Learning and Individual Differences*, 34, 70–76. doi:10.1016/j.lindif.2014.05.005
- Pestana, M. H. & Gageiro, J. N. (2005). *Análise de dados para ciências sociais. A complementaridade do SPSS*. Lisboa: Edições Sílabo, Lda.
- Quaigrain, K., & Arhin, A. K. (2017). Using reliability and item analysis to evaluate a teacher-developed test in educational measurement and evaluation. *Cogent Education*, 4(1), 1–11. <http://doi.org/10.1080/2331186X.2017.1301013>
- Rose, S. A., & Blank, M. (1974). The potency of context in children's cognition: an illustration through conservation. *Child Development*, 45, 499–502

- Schaffer, H. (2004). *Introducing Child Psychology*. Singapore: Blackwell Publishing
- Schleger, F., Landerl, K., Muenssinger, J., Draganova, R., Reinl, M., Kiefer-Schmidt, I., ... Preissl, H. (2014). Magnetoencephalographic signatures of numerosity discrimination in fetuses and neonates. *Developmental Neuropsychology*, 39(4), 316–29. <http://doi.org/10.1080/87565641.2014.914212>
- Sophian, C. (2000). Children's way of knowing: Lessons from Cognitive Development Research. In J. V. Copley, *Mathematic in the Early Years*. Washington D.C : National Council of Mathematics. ´
- Sorvo, R., Koponen, T., Viholainen, H., Aro, T., Räikkönen, E., Peura, P., ... & Aro, M. (2017). Math anxiety and its relationship with basic arithmetic skills among primary school children. *British Journal of Educational Psychology*, 87(3), 309–327. doi:10.1111/bjep.12151
- Starkey, P., & Cooper, R. (1980). Perception of numbers by human infants. *Science*, 210(4473), 1033–1035. doi:10.1126/science.7434014
- Starkey, P., Spelke, E. S., & Gelman, R. (1990). Numerical abstraction by human infants. *Cognition*, 36, 97–127. doi:10.1016/0010-0277(90)90001-z
- Van de Walle, J. A. (2009). *Matemática no ensino fundamental : formação de professores e aplicação em sala de aula*. Porto Alegre : Artmed. 2009.
- Wechsler, D. (2003). Escala de Inteligência de Wechsler para Crianças – III (WISC-III). Adaptação portuguesa. Lisboa: Cegoc, Investigação e Publicações Psicológicas
- Wynn, K. (1992). Addition and subtraction by human infants. *Nature*, 358(6389), 749–750. doi:10.1038/358749a0
- Xu, F. (2003). Numerosity discrimination in infants: Evidence for two systems of representations. *Cognition*, 89(1), B15-B25. doi:10.1016/S0010-0277(03)00050-7

ANEXOS

Anexo 1

Teste do Conhecimento Numérico

NOME: _____

ANO:

CÓDIGO:

(Tempo: _____)

INSTRUÇÕES

Não vires a página até as instruções serem lidas em voz alta e todos terem compreendido!

[illegible]

Este teste avalia os teus conhecimentos numéricos.

É importante que faças o teu melhor e o mais rápido possível. Todos os exercícios são individuais e é importante que trabalhes em silêncio. Não podes falar durante os exercícios, ou até que todos os colegas tenham terminado.

A maior parte dos exercícios são rápidos pois envolvem cálculo mental, para outros terás de fazer contas de papel e lápis. Usa sempre os espaços sombreados para as tuas respostas (e.g., $5 + 5 = 10$).

Não sabendo, avança para o exercício seguinte e quando ficar muito difícil podes parar. Lê todos os exercícios até o final e assinala no final da última página que terminaste.

Quando terminares, levanta o braço e aguarda até que alguém vá recolher.

Obrigada pela tua participação!

1. Que número vem depois de ...

Exs: Depois do 3 vem o 4
Depois do 19 vem o 20

Que número vem depois de ...

- a) 29 a) 35 c) 50 d) 79

2. Usa os símbolos > ou < para completar as relações

3 < 4
9 > 2

Usa os símbolos > ou < para completar as relações

- a) 9 7 b) 34 24
c) 56 83 d) 48 63

3. Que número vem antes de ...

Antes do 13 vem o 12
Antes do 26 vem o 25

Que número vem antes...

- a) 18 b) 78 c) 94 d) 46

4. Qual é o número que está mais próximo?

O 5 está mais próximo do 6 que o 9
O 25 está mais próximo do 28 do que o 37

Qual é o número que está mais próximo?

- a) De 3? 1 ou 9? b) De 30? 19 ou 50?

c) De 60? 26 ou 90?

☐

d) De 57? 30 ou 80?

☐

5. Assinala com um X as alternativas iguais a 75.

As alternativas que são iguais a 23	
2 centenas + 3 dezenas	<input type="checkbox"/>
20 unidades + 3 unidades	<input checked="" type="checkbox"/>
10 + 10 + 3	<input checked="" type="checkbox"/>
10 + 1 + 1 + 1 + 1	<input type="checkbox"/>

Assinala com um X as alternativas iguais a 75

a) 7 Dezenas + 5 unidades

☐

b) 7 Dezenas + 5 dezenas

☐

c) 7 Dezenas + 1 + 1 + 1 + 1 + 1

☐

d) 10 + 10 + 10 + 10 + 10 + 10 + 10 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1

☐

6. Resolve os problemas:

Uma menina tinha 2 maçãs e uma amiga deu-lhe mais 1. Com quantas maçãs ficou?
A menina ficou com 3 maçãs

Um menino tinha 7 berlíndes, mas perdeu 3. Com quantos ficou?
O menino ficou com 4 berlíndes

Resolve os problemas:

a) O Jaime tinha 8 lápis de cera e comprou mais 9. Quantos lápis de cera ele tem agora?

b) Tens 10 bocadinhos de chocolate e comes 3. Com quantos bocados ficas?

c) Um vendedor tinha 18 revistas e vendeu 5. Com quantas revistas ficou?

7. Resolve as contas:

$$4 + 3 = 7$$
$$16 - 9 = 7$$

Resolve as contas:

a) $83 + 5$

c) $26 - 7$

b) $18 + 6$

d) $55 - 48$

8. Completa a sequência

Depois de 134, 135 e 136, vem o 137
Depois de 805, 810 e 815, vem o 820

Completa a sequência

a) 787, 788, 789

b) 330, 340, 350

c) 20, 22, 24

d) 997, 998, 999

9. Uma nota de 100 € vale quantas notas de 10 €?

Uma nota de 20 € vale 4 notas de 5 €

Uma nota de 100 € vale quantas notas de 10 €?

10. Assinala com um X as alternativas iguais a 364?

a) 3 centenas + 6 dezenas + 4 unidades

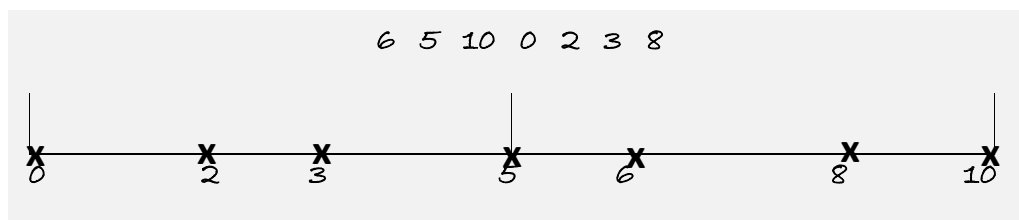
b) 3 dezenas + 6 centésimas + 4 dezenas

c) 3 centenas + 1 centena + 6 dezenas + 4 unidades

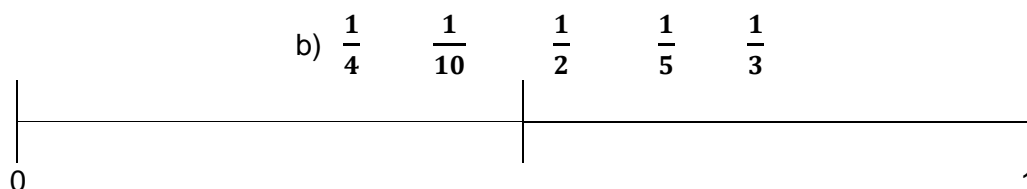
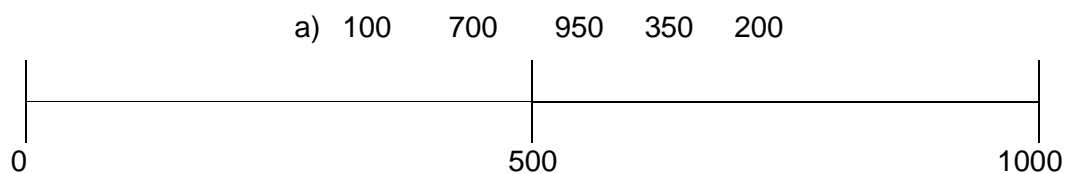
d) $100 + 100 + 100 + 10 + 10 + 10 + 10 + 10 + 10 + 10 + 1 + 1 + 1 + 1$

☐
☐
☐
☐

11. Ordena os seguintes números e coloca-os no seu respetivo lugar da linha:



Ordena os seguintes números e coloca-os no seu respetivo lugar da linha:



12. Qual é?

O dobro de 2 é 4
O quádruplo de 5 é 20

Qual é?

a) O dobro de 8

b) O triplo de 7

c) O quádruplo de 12

d) O quádruplo de 120

13. Resolve os problemas:

a) Se tiveres 3 réguas em cada mão, quantas réguas tens ao todo?

b) A Leonor tem 24 selos para formar 3 coleções iguais. Com quantos selos fica cada coleção?



14. Resolve as contas

$$115 + 26$$

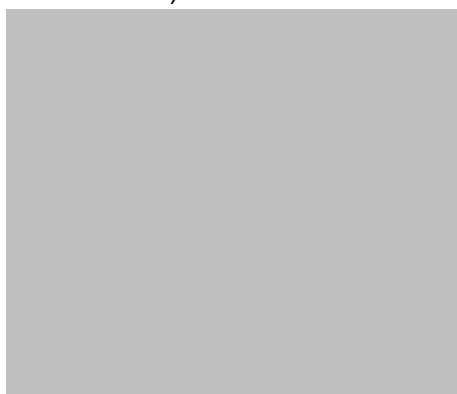
$$\begin{array}{r} 115 \quad 1 \\ + 26 \\ \hline 141 \end{array}$$

$$600 - 200$$

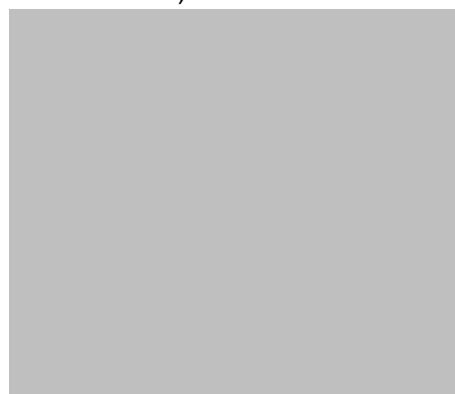
$$\begin{array}{r} 600 \\ - 200 \\ \hline 400 \end{array}$$

Resolve as contas

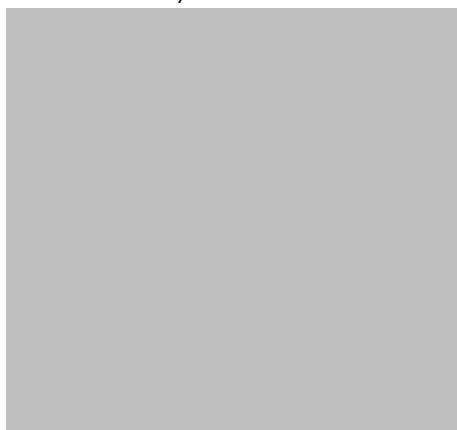
a) $356 - 208$



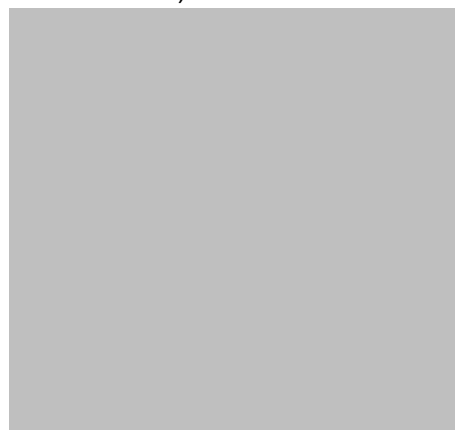
b) $307 + 59$



c) $674 - 56$



d) $409 + 99$



15. Completa a operação:

$3 \times 2 = 6$

Completa a operação:

a) $5 \times \quad = 0$

$$\text{b) } 30 \times \quad = 150$$

c) $8 \times \square = 40$

d) $6 \times \square = 60$

16. Escreve os números em numeração romana

$$1 = 1$$

$$100 = C$$

$$10 = x$$

$$1000 = M$$

Escreve os números em numeração romana

a) 7

b) 40

c) 350

d) 2000

17. Decomposição dos números

$$5432 = 5 \times 1000 + 4 \times 100 + 3 \times 10 + 2$$

Decompõe os números

a) 387

b) 2396

c) 12

d) 111

18. Resolve as contas

a) 4×12

b) 7×20

c) 5×15

d) 9×90

19. Faz o arredondamento

$$4.2 = 4$$

$$6.5 = 7$$

Faz o arredondamento

a) 3.6

b) 2.9

c) 1.8

d) 7.4

20. Resolve o problema: Se a família do Duarte come 9 pães por dia, quantos pães come numa semana?

21. Quanto dinheiro é que tens...

Se eu tiver 10 notas de 20 € e 13 € em moedas, eu tenho 213 €

Quanto dinheiro é que tens ...

a) Se tiveres 10 notas de 5 €?

 €

b) Se tiveres 3 notas de 10 €?

 €

c) Se tiveres 11 notas de 10 € e 6 € em moedas?

 €

d) Se tiveres 13 € em moedas 10 notas de 10 €?

 €

22. Circula os múltiplos

Múltiplos de 2

6

11

14

8

15

Circula os múltiplos

a) De 2

3	4	7	12	9	16
---	---	---	----	---	----

c) De 10

20	40	67	63	13	67
----	----	----	----	----	----

b) De 5

12	10	15	32	48	20
----	----	----	----	----	----

23. Resolve o problema: O Manuel tem 140 bolas de futebol e decidiu dá-las aos meninos que jogam no clube de futebol da sua cidade - “os Fanáticos da Bola”. No clube, os meninos estão divididos em 7 equipas, tendo cada equipa 10 meninos. As bolas devem ser distribuídas em igual número por cada equipa, e por cada menino.

a) Quantas bolas vão para cada equipa?

b) Quantas bolas recebe cada menino?

24. Resolve as contas

a) $0,03 + 0,2$

b) $\frac{6}{6} + \frac{4}{6}$

c) $0,346 - 0,175$

d) $\frac{3}{4} + \frac{8}{4}$



Terminei a Prova

☐

Anexo 2

Escala de Ansiedade Matemática para Crianças (AMC)

NOME: _____

CÓDIGO:

ANO: _____

Lê com atenção as afirmações e seleciona a alternativa que representa melhor o que sentes e pensas sobre a matemática:

- 1) Sim
- 2) Às vezes
- 3) Nem por isso
- 4) Não

Antes de começarmos, a sério, vamos treinar com estes exemplos:

	Sim	Às vezes	Nem por isso	Não
	1	2	3	4
Eu gosto de comer gelados.	1	2	3	4
Eu gosto de fazer os TPC's.	1	2	3	4
Eu gosto de passear com os meus pais.	1	2	3	4

Agora, em silêncio, circula o número que corresponde à tua resposta. Lê com atenção as afirmações e seleciona a alternativa que representa melhor o que sentes e pensas sobre a matemática: 1) **Sim**; 2) **Às vezes**; 3) **Nem por isso**; 4) **Não**

	Sim	Às vezes	Nem por isso	Não
	1	2	3	4
1. Na aula de matemática, gosto que o professor me faça perguntas.	1	2	3	4
2. A matemática dá-me dores de barriga.	1	2	3	4
3. Quando o professor de matemática me chama para dizer a minha resposta, eu fico nervoso.	1	2	3	4
4. Quando é a hora de estudar matemática sinto borboletas no estômago.	1	2	3	4
5. Eu fico nervoso quando erro num exercício de matemática.	1	2	3	4
6. Eu fico preocupado quando não percebo alguma coisa de matemática.	1	2	3	4
7. Na hora de matemática o meu coração bate mais rápido.	1	2	3	4
8. Eu sinto-me nervoso quando o professor mostra à turma como se resolve um problema de matemática.	1	2	3	4
9. Eu gosto de resolver problemas de matemática no quadro, em frente a toda a turma.	1	2	3	4

	Sim	Às vezes	Nem por isso	Não
	1	2	3	4
10. Eu tenho medo nas aulas de matemática.	1	2	3	4
11. Eu sinto-me nervoso quando faço exercícios de matemática.	1	2	3	4
12. Eu gosto de levantar a mão, para responder, na aula de matemática.	1	2	3	4
13. Eu fico nervoso quando o professor ensina algo de novo em Matemática.	1	2	3	4
14. O meu coração bate mais rápido quando tenho de fazer contas de cabeça.	1	2	3	4
15. Quando tenho matemática dói-me a cabeça.	1	2	3	4
16. Eu fico nervoso quando penso no teste de matemática do dia seguinte.	1	2	3	4
17. Tirar os livros de matemática da mochila deixa-me nervoso.	1	2	3	4
18. Fazer contas para saber se tenho dinheiro suficiente para comprar gomas é divertido.	1	2	3	4
19. Eu fico preocupado antes de fazer um teste de matemática.	1	2	3	4
20. Eu fico nervoso quando vejo uma ficha com problemas de matemática que tenho para resolver.	1	2	3	4
21. Eu gosto de resolver problemas de matemática como: $49 + 32$.	1	2	3	4

Anexo 3

Questionário de Domínio de Competências

Questionário de Domínio de Competências Numéricas

Dados Pessoais

Nome:

Ano de Ensino: _____

Anos de Experiência Profissional a lecionar o 1º ciclo:

O presente questionário procura recolher a sua opinião, enquanto profissional da educação, acerca da adequação do Teste de Conhecimento Numérico¹ aos conhecimentos matemáticos que as crianças possuem em diferentes idades/ diferentes anos escolares.

Este questionário é composto por 24 itens (semelhantes aos itens do teste em questão, entregue em anexo), perante os quais deve indicar o ano de escolaridade em que considera que a criança é capaz de realizar.

	1º	2º	3º	4º
1) Sequência numérica				
2) Determinar o maior e o menor				
3) Sequência numérica				
4) Posição numérica				
5) Decomposição numérica				
6) Adição e Subtração				
7) Adição e Subtração				
8) Sequência numérica				
9) Divisão				
10) Decomposição numérica				
11) Linha numérica				
12) Termos multiplicativos				
13) Multiplicação e Divisão				
14) Adição e Subtração				
15) Multiplicação				
16) Escrita numérico romana				
17) Decomposição de números				
18) Multiplicação por 2 algarismos				
19) Transformação do número				
20) Multiplicação				
21) Multiplicação por 2 ou mais algarismos				
22) Múltiplos				
23) Divisão				
24) Adição e subtração: frações e números racionais				

¹ Teste entregue em Anexo a este questionário

Garante-se o anonimato de todos os participantes e confidencialidade de dados obtidos, sendo as informações recolhidas utilizadas apenas para tratamentos de fins estatísticos.

Anexo 4

Autorização enviada aos Encarregados de Educação

Exmo. Sr. Encarregado de Educação

No âmbito do estudo decorrente na Escola Básica de Airões nº1, desenvolvido num projeto de dissertação de mestrado da Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação (UP), em parceria com o Agrupamento de Escolas de Airões, solicitamos autorização para obter junto do Professor da turma os seguintes dados demográficos dos seus alunos: data de nascimento, classificações no ano passado, habilitações e profissão dos pais, nacionalidade e língua materna, retenções e eventual estatuto de NEE.

Mais se informa, que os dados recolhidos da parte dos participantes serão de carácter confidencial, anónimo e voluntário e utilizados somente para fins de investigação.

Autorizo o fornecimento destes dados do aluno:

Encarregado de Educação

Anexo 5

Índices de Dificuldade e Poder Discriminativo dos Itens de Dificuldade

	1º ano		2º ano		3º ano		4º ano	
	Índice de	Poder	Índice de	Poder	Índice de	Poder	Índice de	Poder
Item	Dificuldade	Discriminativo	Dificuldade	Discriminativo	Dificuldade	Discriminativo	Dificuldade	Discriminativo
1a	.88	.40	.90	.40	.96	0	1	0
1b	.94	.20	.90	.40	.96	0	1	0
1c	.88	.40	.90	.40	.96	0	1	0
1d	.71	.80	.90	.40	.96	0	1	0
2a	.88	.20	.76	.80	1	0	1	0
2b	.94	0	.90	.40	.96	-.14	.97	-.10
2c	.88	.20	.90	.40	1	0	1	0
2d	.94	0	.90	.40	1	0	1	0
3a	.47	1	.75	.40	.96	0	.97	.10
3b	.47	1	.75	.20	.96	0	.97	.10
3c	.47	1	.80	.40	.96	0	.97	.10
3d	.47	1	.80	.40	.96	0	.97	.10
4a	.82	.20	.60	.80	.89	-.14	.79	.30
4b	.29	.20	.30	.60	.67	-.15	.76	.60
4c	.29	.60	.50	.60	.78	-.14	.79	0
4d	.29	.60	.35	1	.41	.14	.55	.40

5	.0	0	.70	.80	.81	.29	.74	.40
6a	.47	1	.60	.80	.96	.14	1	0
6b	.71	.60	.75	.80	.96	.14	.97	0
6c	.35	.60	.65	.80	.96	.14	.87	.30
7a	.71	.20	.85	.60	.96	.14	1	0
7b	.65	.40	.50	.40	.96	.14	.95	0
7c	.35	.20	.80	.40	.96	.14	.95	0
7d	.0	0	.50	.20	.67	.71	.82	.50
8a	.0	0	.80	.60	.89	.43	.90	.20
8b	.0	0	.75	.80	.81	.71	.97	0
8c			.80	.80	.81	.71	.90	.10
8d			.75	.80	.89	.43	.90	.30
9			.55	.80	.89	.29	.97	0
10			.65	.60	.70	.14	.84	.30
11a			.40	.80	.96	0	.95	.10
11b			0	0	.19	.42	.87	.30
12a			.65	.60	.89	.29	.90	.30
12b			.45	1	.85	.57	.87	.20
12c			.40	.80	.67	.71	.74	.60
12d			.30	.80	.52	.86	.79	.40
13a			.50	.40	.74	.14	.97	.10

13b	.25	.60	.63	.71	.76	.60
14a	.30	.60	.70	.71	.74	.60
14b	.20	.60	.85	.29	.74	.40
14c	.25	.80	.63	1	.71	.90
14d	.40	.40	.93	.14	.90	.30
15a	.75	.60	1	0	.95	.10
15b	.55	.80	.52	.42	.84	.40
15c	.20	.60	.78	.57	.87	.40
15d	.45	1	.93	.29	.97	.10
16a	0	0	.78	.43	.71	.70
16b	0	0	.41	.57	.45	.80
16c	0	0	.59	.42	.50	.70
16d	0	0	.85	.43	.82	.70
17a	.50	.40	.96	.14	.90	.30
17b	.35	.40	1	0	.87	.30
17c	.45	.60	.85	.29	.90	.20
17d	.35	.60	.93	.14	.92	.80
18a	.30	.80	.78	.43	.95	.10
18b	.05	.80	.78	.43	.92	.30
18c	.25	.60	.74	.71	.84	.40
18d	0	0	.59	.29	.58	.40

19a	0	0	.41	1	.42	1
19b	0	0	.44	1	.42	1
19c	0	0	.41	1	.42	1
19d	0	0	.59	.71	.47	.70
20	.05	0	.48	.86	.66	.60
21a	.30	.60	.85	.15	.82	.60
21b	.30	.60	.85	.15	.87	.50
21c	.05	.20	.56	.86	.45	.50
21d	.10	.20	.59	.86	.61	.50
22a	.25	.40	.85	.29	.97	.10
22b	.20	.60	.96	.14	.97	.10
22c	.25	.40	.96	.14	.97	0
23a	.00	.00	.44	.86	.55	.80
23b	.00	.00	.30	.86	.47	.90
24a	.05	.20	.33	.15	.53	.60
24b	.05	.20	.59	-.14	.79	.30
24c	.05	.20	.52	.71	.63	.90
24d	.05	.20	.63	0	.79	.20
